This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

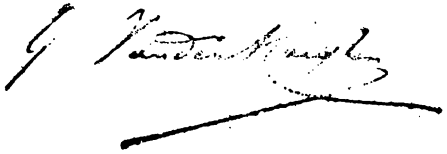
Library
of the
University of Wisconsin

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

FONDERIE DE FER

Tout exemplaire non signé par M. Vander Haeghen sera réputé contrefait.



TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

FONDERIE DE FER

PAR

G. VANDER HAEGHEN

INGÉNIEUR

ET

L. LEDENT

ANCIEN OUVRIER MOULEUR.

LIÉGE

CHARLES DESOER, ÉDITEUR.

1905

AUTRES ÉTUDES DE G. VANDER HAEGHEN :

Les coefficients de résistance dans les constructions métalliques.
Les pertes dans l'amalgamation de l'or (traduction de l'anglais).
Le gaz à l'eau.
Le tracé des cylindres de laminoirs.
Détermination des minéraux.
Détermination des minerais.
La sidérurgie en 1904.

Sous presse :

Les machines à l'Exposition de Liége.

99789
OCT 2 1906
TCK
·H11

6927917

PRÉFACE DE L'EDITEUR

L'ouvrage que nous publions aujourd'hui est une nouvelle édition d'un volume qui en a déjà eu deux rapidement écoulées.

M. L. Ledent était un ancien ouvrier mouleur parvenu, grâce à son intelligence et à ses profondes connaissances du métier, au poste de directeur d'importandes fonderies et il avait réuni en ce volume, spécialement pour ses anciens compagnons de travail, les notions et les enseignements que lui avaient fourni plus de 25 années de pratique.

« Le patron comme l'ouvrier a intérêt, disait-il, à » ce que l'apprentissage soit basé sur des connaissances » d'une longue expérience. L'habileté de l'ouvrier ne » consiste pas seulement à produire beaucoup, il doit » surtout s'appliquer à faire un travail irréprochable » tout en employant des moyens sûrs, peu coûteux

» et il doit être à même de connaître les mille petits
» riens qui sont souvent la cause de la non-réussite des
» pièces. »

M. Ledent avait fait, en un style clair et sans aucune prétention, un livre essentiellement pratique écrit par un praticien et pour des praticiens.

Le succès obtenu a prouvé qu'il avait atteint son but. Des récompenses officielles, sous formes de médailles obtenues aux expositions d'Anvers et de Bruxelles ont consacré ce succès.

Nous n'avons pas voulu dans cette troisième édition de l'ouvrage de L. Ledent, modifier son œuvre et avons tenu à la présenter à nouveau telle qu'il l'avait conçue et réalisée; mais, depuis sa mort, des progrès importants ont été réalisée en fonderie, une nouvelle orientation semble être suivie et il était indispensable d'y ajouter de nouveaux chapitres, de développer certains points, de discuter des opinions émises. Nous nous sommes adressé pour cette mise à jour à M. G. Vander Haeghen, ingénieur et ancien directeur de fonderie qui, dans des notes placées à la fin de cette nouvelle édition et d'une importance comparable au volume primitif, a bien voulu examiner, à la lumière des derniers progrès de la technique et de la

science, toutes les questions présentées par L. Ledent. Il a été ainsi amené à écrire des chapitres entièrement nouveaux, tel celui sur les machines à mouler, et d'autres modifiant entièrement les données ordinairement admises il y a quelques années, tel celui sur le mélange des fontes à charger au cubilot.

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

Fonderie de Fer

PREMIÈRE PARTIE

PAR

LÉON LEDENT.

CHAPITRE I.

DU MOULAGE EN SABLE.

Le moulage en sable comprend deux subdivisions :

1° Le moulage sur modèle.

2° Le moulage sans modèle ou troussage.

Cette dernière subdivision ne s'apprend du reste que que quand l'ouvrier a déjà acquis des connaissances qui lui permettent d'être un bon ouvrier sur modèles.

A son entrée à l'atelier, l'apprenti s'appliquera le plus tôt possible à reconnaître la bonne composition du sable avec lequel il doit fabriquer ses moules.

Il prendra surtout soin que ce sable soit toujours bien tamisé, qu'il ne soit ni trop sec, ni trop humide, trop maigre ou trop fort.

S'il est trop sec, il s'émiettera facilement, ne résistera pas seulement aux caprices de la fonte en fusion, mais de plus, l'ouvrier éprouvera beaucoup de difficultés pour réparer son moule.

S'il est trop humide, certaines parties de ce sable se détacheront du moule et la trop grande quantité d'eau qu'il renfermera formera une telle affluence de vapeur que celle-ci se dégageant, chassera la fonte hors du moule et provoquera des défauts à la pièce qui la feront rebuter à la livraison.

Si ce sable est trop maigre, rien qu'en le prenant dans les doigts, l'ouvrier pourra s'apercevoir qu'il n'a pas de cohésion et par conséquent ne pourrait constituer un bon moule.

S'il est trop fort, il produira un effet tout contraire ; en le prenant dans la main, on en retirera une boule qui, étant absolument trop dure, empêchera la sortie de l'air qui est chassé hors du moule par la fonte, et provoquera ce que l'on appelle généralement en terme de fonderie des dartres et des soufflures.

Comme on peut s'en apercevoir par cette description

le sable est le principal agent d'une fonderie de fer et son rôle est des plus prépondérants.

Il importe donc que le sable soit bien préparé, la qualité et la beauté des pièces dépend beaucoup de la préparation qu'a subie le sable avant d'être utilisé par l'ouvrier mouleur. — Je crois utile de donner ici la description de quelques machines les plus usitées dans les fonderies pour la préparation mécanique du sable ; elles ont non seulement cet avantage de produire un sable bien fin et régulier, mais la main-d'œuvre est aussi plus réduite que lorsque ce sable doit être manipulé à bras d'homme.

Voir les figures suivantes :

N° 1, broyeur à sable . . . . . page 12
» 2, » » . . . . . » 12
» 3, broyeur frotteur . . . . . » 13
» 4, » pulvérisateur . . . . . » 14
» 5, » » . . . . . » 15
» 6, machine à cages sphériques . . . . » 16
» 7, machine à préparer et à frotter les sables » 17
» 8, trémie à tamiser les sables. . . . . » 18
» 9, » » » . . . . . » 19

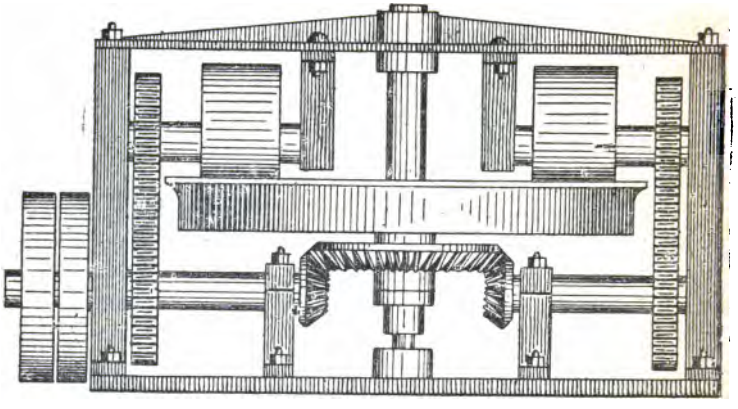


Fig. 1. — Broyeur à sable.

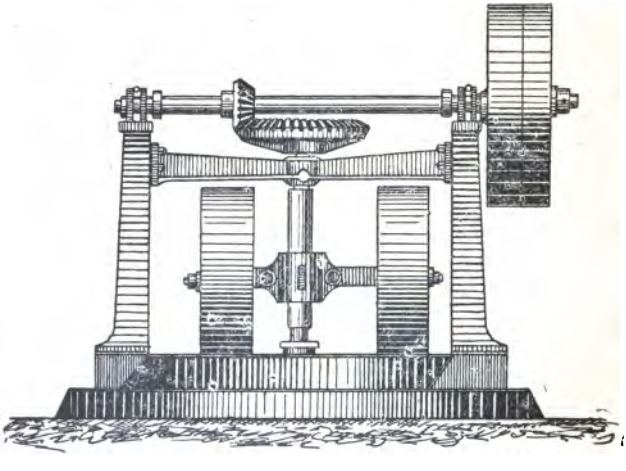


Fig. 2. — Broyeur à sable.

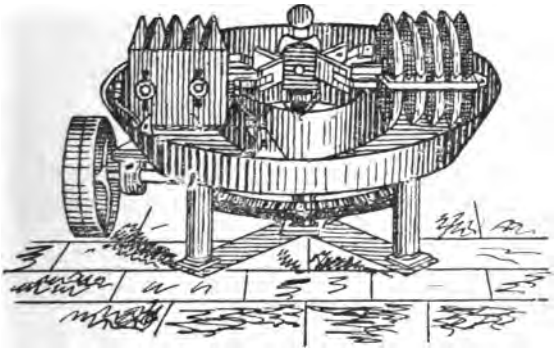


Fig. 3. — Broyeur-frotteur à meules cannelées.

Principaux renseignements.	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
Diam. extérieur du bassin	$2^{m}200$	$2^{m}000$	$1^{m}800$	$1^{m}500$	$1^{m}500$
Diamètre des meules. . .	$0^{m}800$	$0^{m}600$	$0^{m}600$	$0^{m}450$	$0^{m}320$
Poids de chaque meule .	600^{k}	400^{k}	400^{k}	200^{k}	100^{k}
Poids total de l'appareil .	3000^{k}	2300^{k}	2100^{k}	1400^{k}	800^{k}

Ce nouveau broyeur ne diffère de ceux généralement employés que par la forme de ses meules qui sont creusées de sillons profonds, dont les arêtes saillantes constituent seules la surface qui agit pour l'écrasement. Les meules sont établies sur l'arbre de telle manière qu'en tournant, les sillons formés dans la matière par l'une, sont immédiatement divisés par l'autre. — Des ramasseurs ramènent constamment la matière des bords de la cuve sous les meules et régularisent la répartition sur le fond.

La modification importante apportée à la partie travaillante des meules, donne des résultats très remarquables, dont il est facile de se rendre compte.

Ce broyeur n'a besoin que d'une force motrice très restreinte; il n'est pas sujet aux réparations, et ne nécessite aucun frais d'installation.

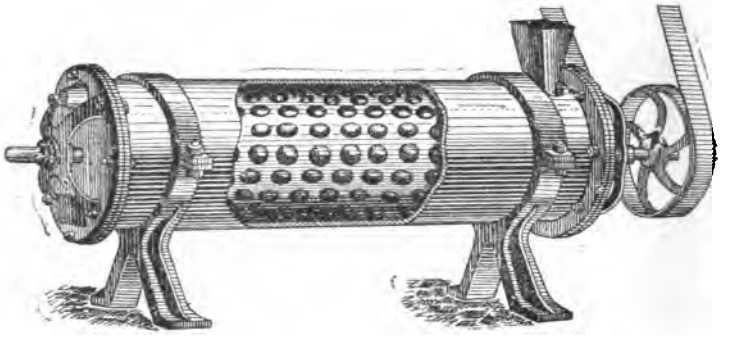


Fig. 4. — Broyeurs-pulvérisateurs à boulets, pour la production des noirs de fonderie.

Numéros.	Dimensions intérieures du cylindre fixe		Poulie		Vitesse par minute.	Force nécessaire.	Poids total de l'appareil.	Production par 14 heures en	
	Longr	Diam.	m.	Largr				charbon de bois.	charbon de terre.
					tours	chev.	kil.	kil.	kil.
1	2m200	0m600	0m900	0m170	90 à 100	4 à 6	3200	1200	2400
2	1m600	0m450	0m700	0m150	100 à 120	2 à 3	1500	600	1200
3	0m950	0m350	0m500	0m100	120 à 150	1 à 1 1/2	600	300	600

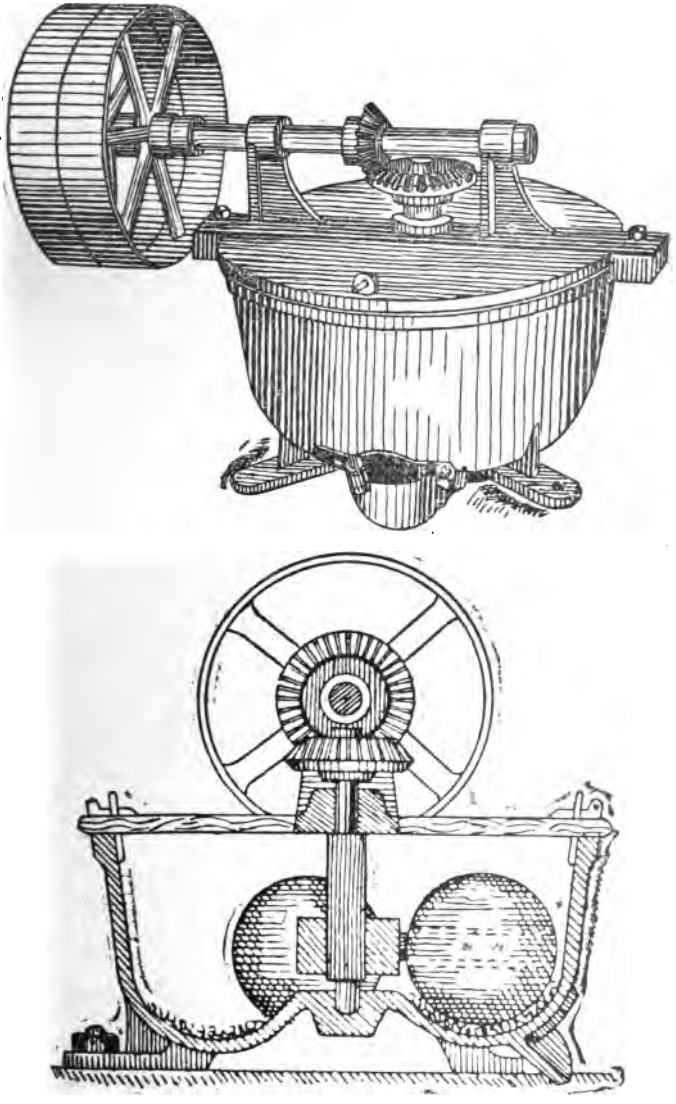


Fig. 5.

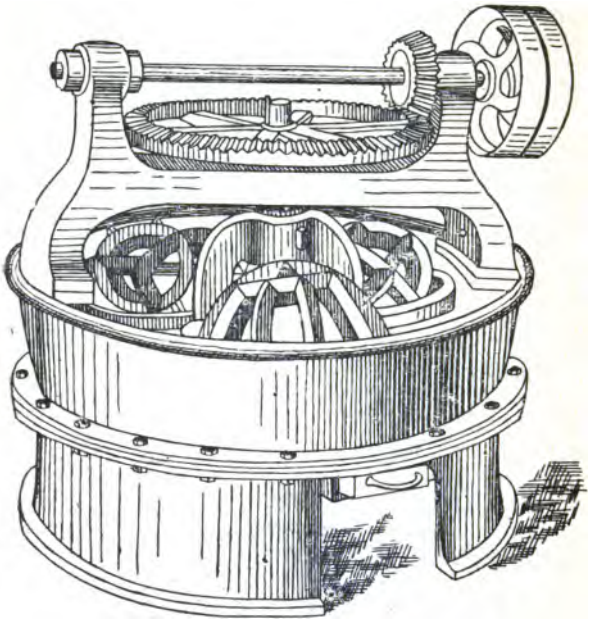


Fig. 6. — Machines à cages sphériques, pour frotter les sables de fonderie. — Système Hanctin breveté S. G. D. G.

Ces machines se composent de cages sphériques dont les aspérités labourent et retournent le sable en tous sens. Les sphères sont animées de mouvements multiples; elles tournent sans axe aucun, et n'ont d'autre guide qu'un collier qui les entoure. Dans ces mouvements, elles déplacent constamment la matière en tous sens sur la cuvette-piste, de manière qu'aucune parcelle de sable ne peut échapper à leur friction. La puissance de trituration de ces machines est telle que le grand modèle, qui ne nécessite qu'une force de 2 chevaux, peut frotter un mètre cube de sable vert à l'heure, et mélanger, dans de même temps, deux mètres de terre à noyaux.

Quand l'ouvrier mouleur place son modèle dans le sable, soit-il petit, soit-il gros, il devra toujours s'attacher à reconnaître la nature de l'endroit où il doit fabriquer son moule. C'est-à-dire qu'il creusera dans le sol un trou qui lui permettra de s'assurer s'il ne se trouve

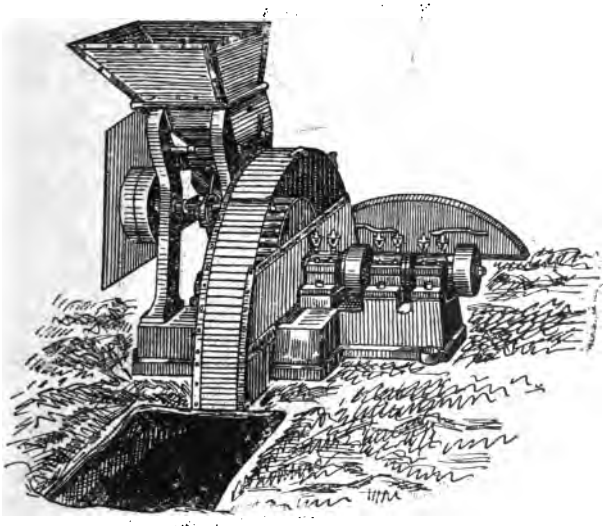


Fig. 7. — Machine à préparer et frotter les sables.

pas à des endroits trop rapprochés des matières étrangères à la bonne qualité de sable, qui faciliteraient la fuite de la fonte ou obstrueraient le passage de l'air ; il ne faut pas perdre de vue que le gaz qui s'échappe des moules lors de l'introduction de la fonte en fusion est le plus terrible ennemi du fondeur en fer ; 90 °/₀ des défauts que l'on constate aux pièces coulées doivent leur

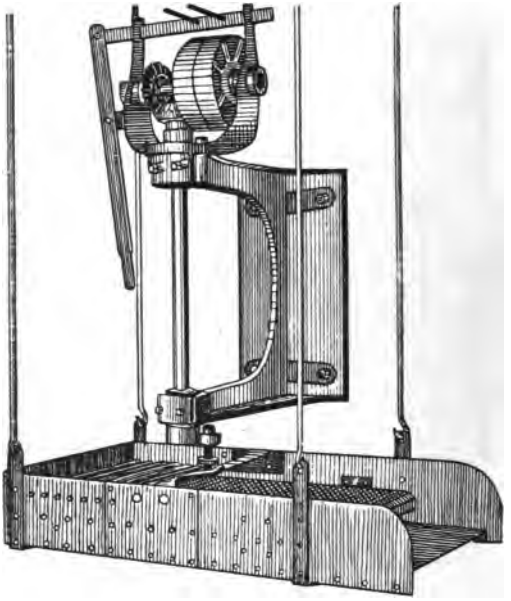


Fig. 8.

Cette trémie comporte une série de briseurs et 2 tamis dont le plus fin est disposé au-dessous de l'autre. Le tout est suspendu à 4 tringles, et emprunte sa force à la transmission de l'atelier. Les poulies de transmission peuvent, si la disposition de la commande l'exige, être placées à angle droit.

cause à l'échappement défectueux de l'air. Voici par exemple quelques causes qui nuisent le plus à la sortie de l'air.

D'abord : 1° Quand le fond et les parois du moule sont foulés absolument trop durs, l'air comprimé par l'entrée de la fonte dans le moule ne peut percer la croûte de sable qui se trouve en contact avec la fonte ;

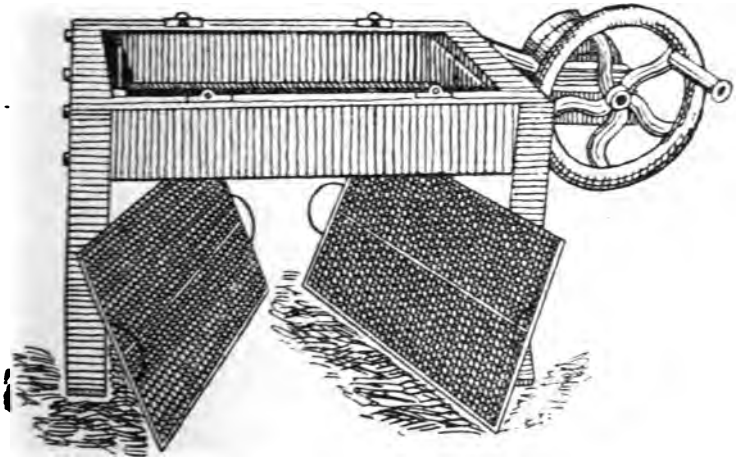


Fig. 9.

alors celle-ci, se trouvant continuellement refoulée par la pression de l'air finit par émietter le sable et produit ainsi ce que l'on nomme des dartres. Ces cas se produisent surtout dans des pièces coulées en sable vert, c'est-à-dire non séchées.

Pour les moules qui sont séchés, ce n'est pas la dureté

qui produit le plus souvent des dartres, celles-ci se produisent surtout quand le sable est trop maigre ou que la croûte n'est pas séchée à une profondeur suffisante pour empêcher la vapeur qui résulte du contact de la fonte avec l'humidité du sable de faire irruption dans le moule.

Cette vapeur refoulant la fonte des parois du moule produit le même effet que l'air; dans les pièces non séchées et foulées trop dures, elle provoque ainsi des dartres qui sont très souvent une cause de rebut à la livraison. Les dartres ne déprécient pas seulement la valeur de la pièce comme beauté, mais elles la rendent le plus souvent impropre à tout service, à cause que le sable qui s'est détaché des parois se mélange avec la fonte et produit des fuites à la moindre pression; un autre inconvénient qui résulte encore du sable mélangé avec la fonte, c'est quand la pièce doit être polie ou rabotée, elle présente sur toute la surface polie des défectuosités produites par le sable émietté, et ces défectuosités sont très souvent, sinon généralement, une cause de rebut de la pièce.

La non sortie de l'air du moule produit encore ce que l'on nomme en terme de fonderie des soufflures.

Les soufflures produites aux pièces de fonte sont encore le résultat d'une certaine quantité d'air qui n'a pu

se dégager du moule, soit par les évents réservés à cet effet, soit par les conduites d'air ménagées tout autour et au-dessus du moule, ou bien encore par l'air ou la vapeur produite par les noyaux dont la sortie ou un séchage non suffisant n'a pas été bien observé dans ces derniers. Du reste le noyautage occupe une place trop prépondérante dans la fabrication des pièces de fonte que pour ne pas en faire une étude toute spéciale ; ce sujet sera traité dans une étude complète dans le cours de ce traité.

Pour empêcher donc que les dartres et les soufflures se produisent dans les pièces, l'ouvrier aura bien soin pour les pièces non séchées, d'établir le fond de son moule sur une surface qui ne soit pas absolument trop dure pour empêcher l'air de sortir quand il est chassé du moule par l'entrée de la fonte ; il arrivera même que pour des pièces qui présentent de grandes surfaces ou des parties qui forment noyau dont l'air ne pourrait être tiré par le dessus, de faire à une profondeur à déterminer par le poids de la pièce à couler, un lit de coke ou de scories (fig. 10), afin que l'air puisse s'échapper librement et sortir du moule par des conduites d'appel placées à l'extérieur et communiquant directement à ce fond de coke ou de scories.

L'ouvrier mouleur ne se contentera pas seulement

d'établir en-dessous de son moule ce lit de coke, mais il fera communiquer celui-ci avec le fond de la pièce par une infinité de petits trous percés dans le sable au moyen d'une baguette en acier d'un diamètre assez restreint pour ne pas permettre à la fonte de s'introduire dans cette croûte de sable, qui, du reste, ne doit pas

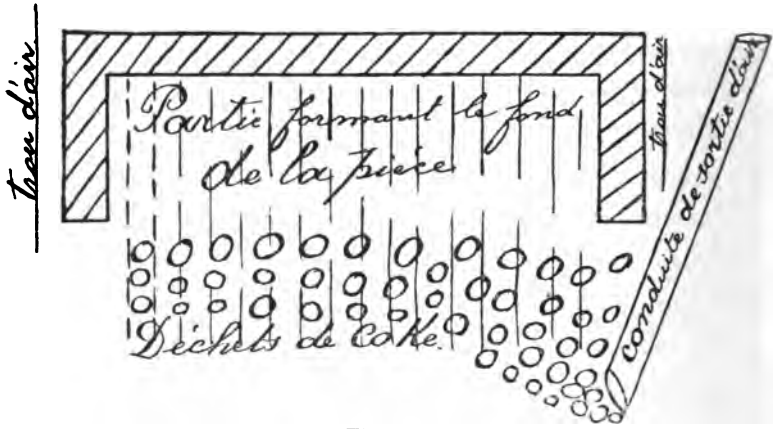


Fig. 10.

laisser à sa surface des traces de ces conduites d'air. Ce procédé devra aussi s'appliquer aux moules qui doivent être séchés.

Non content d'avoir facilité l'échappement de l'air par le fond, l'ouvrier devra encore, avant de tirer son modèle du sable, percer au moyen de la baguette en acier une infinité de trous tout à l'entour des parois du moule ; pour les pièces où il ne serait fait ni lit de coke

ni de scorie, il devra aussi, au moyen d'une baguette en acier courbée, ménager des sorties à l'air en-dessous du fond de sa pièce et les ramener ainsi à l'extérieur du moule en retirant par les côtés la baguette qui servira à ménager ces conduites.

L'ouvrier ne pourrait apporter trop de soin à son moule quand il s'agit du dégagement de l'air.

Une cause qui produit aussi le plus souvent des dartres aux pièces, provient de la maladresse des ouvriers, qui, sous prétexte de faire un moule bien lissé et bien soigné, polissent et repolissent très souvent inutilement, au moyen de leurs outils, le sable qui est en contact direct avec la fonte. Il en résulte qu'après avoir subi cette manipulation trop inutilement répétée, le sable se durcit, ne laisse plus échapper l'air, ou, dans d'autres occasions le frottement trop souvent répété de l'outil d'acier sur le moule enlève à celui-ci la consistance nécessaire pour résister à la fonte en fusion.

Il arrive alors, que, quand la pièce est coulée, celle-ci est pleine de dartres, et l'ouvrier maladroit qui par ce fait même a employé trop de temps à la fabrication de son moule, se morfond et se demande comment il est possible qu'après avoir si bien travaillé son moule, il arrive à faire de si laides pièces. Cette démonstration n'est point faite au point de vue d'empêcher tout rac-

commodage du moule, mais ce qui doit être empêché, c'est que l'ouvrier ne perde un temps précieux à repasser inutilement avec son outil sur des parties qui seront toujours certainement dans de meilleures conditions quand celles-ci auront pu être terminées par un travail plus ou moins restreint.

Il en résulte ainsi qu'il y a double économie, d'abord la perte de temps supprimée, ensuite une production plus exempte de défauts. Une cause de la production de dartres aux moules séchés provient aussi de ce que le sable est trop maigre.

Voici pourquoi. Il est tout naturel que quand le sable est séché, il s'émiette bien plus facilement ; c'est pourquoi il sera bien plus résistant aux caprices de la fonte quand il sera gras, c'est-à-dire quand il présentera cette consistance qui se manifeste au toucher et qui n'est seulement qu'une étude qui s'acquiert facilement à la tâche.

Une cause aussi qui amène encore la dartre, c'est quand la partie du moule qui est en contact immédiat avec la fonte est en partie enlevée, soit en plaçant les noyaux, soit par des chocs arrivés au châssis, soit même par la maladresse de l'ouvrier qui aurait pu laisser tomber quelque chose dans son moule. Quand la partie enlevée est très mince, il serait très maladroit de vouloir la ré-

parer au moyen de sable parce que celui-ci n'adhérera pas souvent d'une façon assez radicale pour ne pas être enlevé au contact de la fonte ; il arrive aussi que ces accidents se produisent au remoulage des pièces, où il serait très difficile de ressécher cette partie abîmée, ne serait-ce même que pour la cause que l'on n'en a pas le temps, vu que l'on doit couler le jour même ; l'ouvrier mouleur enlèvera alors avec précaution au moyen du soufflet le sable abîmé et appliquera ensuite sur la partie endommagée, au moyen d'un léger pinceau, de l'huile grasse ; il est très naturel que la beauté de la pièce coulée s'en ressentira ; seulement quand elle sera bien burinée, la dartre aura disparu et à l'encontre des autres dartres, elle n'aura pas laissé de trace à l'intérieur de la pièce par suite du sable qui aurait pu se mélanger avec la fonte. Une cause qui provoque encore la dartre, c'est quand l'ouvrier foule le sable absolument trop près de son modèle, il durcit par là la croûte qui est en contact immédiat avec la fonte et empêche ainsi l'air et la vapeur de sortir du moule. Dans les moules qui devront être séchés, le mouleur aura bien soin d'en épingler toutes les parois, c'est-à-dire, il consolidera toute la croûte de sable au moyen d'épingles en fil de fer ou en fonte, il aura toujours bien soin d'enfoncer celles-ci un peu inclinées afin que la surface de sable qu'elles de-

vront protéger se maintienne mieux en place, car par exemple, pour les parties suspendues et qui doivent être épinglées, il arrive encore parfois que par un excès de chaleur provenant soit du feu qui doit les sécher, soit au coulage, certaines parties qui se trouvent entre les épingles se détachent, détériorent la pièce et viennent tomber dans la fonte introduite au coulage et produisent ainsi les défauts qui la font souvent rebuter ; une légère inclinaison donnée aux épingles empêche surtout ces parties de sable de se détacher.

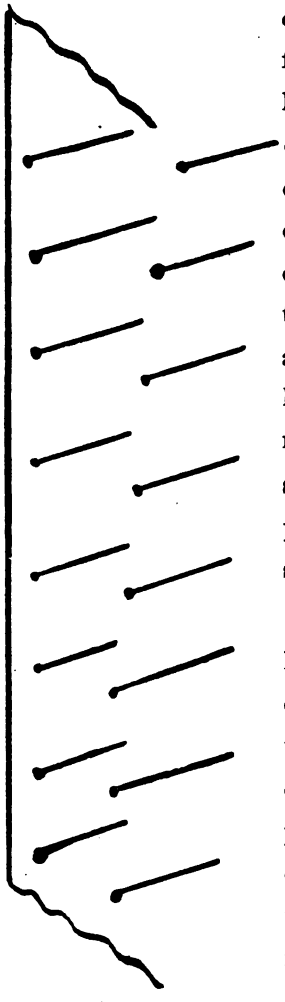


Fig. 11.

Pour les pièces non séchées, les parties qui devront surtout être épinglées seront celles où une grande quantité de fonte devra passer sans rester en place ; par exemple vis-à-vis de jets de coulée, il est souvent bon aussi d'épingler le moule.

Quand un moule qui doit être coulé en sable vert (c'est-à-dire non séché) est tout réparé, on répandra sur toutes les surfaces une couche fine de poussier de charbon de bois ou de mine de plomb; pour bien procéder à ce travail, il faut que le sac qui contient le poussier et que l'on secoue sur toutes les parties du moule, soit en toile, pas trop serrée, afin de permettre au poussier de se répandre au choc qu'on lui imprime: l'ouvrier lissera ensuite au moyen de ses outils spéciaux bien légèrement et sans excès, toutes les parties qui auront reçu la couche du poussier.

Quant aux moules à sécher, une fois qu'ils sont bien épinglés et raccommodés au moyen de la truelle, du crochet, etc., etc., ils devront être enduits d'une couche de noir d'étuve. Ce noir d'étuve sert à décaper la pièce et à donner une belle couleur bleu-violet à la fonte.

Voici comment l'ouvrier devra mettre cette couche de noir d'étuve sur son moule :

Il aura d'abord bien soin que ce liquide ne contienne aucune matière impropre à son usage; il s'en assurera en le faisant passer par un tamis fin, puis il l'appliquera sur toutes les parties du moule au moyen d'un pinceau, d'une brosse ou d'un blaireau; il aura bien soin que le liquide ne soit pas trop clair parce qu'il pourrait bien ne pas laisser de trace sur le sable, ni trop

épais pour ne pas déposer sur celui-ci une trop grande quantité de limon ; une fois le noir d'étuve répandu sur le moule, l'ouvrier lissera celui-ci au moyen d'outils spéciaux qui seront toujours en rapport avec la pièce à mouler, c'est-à-dire avec la truelle pour les surfaces planes, les crochets à pattes, les moulures en zinc, crolles, etc., etc.

Il aura surtout bien soin, comme il a été déjà dit précédemment, de ne pas passer et repasser inutilement l'outil sur le moule ; moins de frottement aura subi une pièce, plus beau sera le résultat après la coulée. L'ouvrier devra donc s'appliquer à réparer les parties de son moule avec le plus de célérité possible, il gagnera ainsi du temps et épargnera les dartres.

La qualité du noir d'étuve est une condition essentielle pour l'obtention de belles pièces ; il arrive très souvent que par une mauvaise manipulation, il produit de très mauvais résultats qui sont dûs uniquement à un manque de soins apportés dans sa fabrication. Heureusement que celle-ci fait maintenant l'objet d'une fabrication spéciale et que certaines maisons sont arrivées à fabriquer des produits réguliers qui sont livrés aux fonderies dans des conditions telles qu'il suffit aux ouvriers de mélanger de l'eau propre à une espèce de poussier apprêté qui contient les éléments nécessaires pour obtenir un magnifique noir d'étuve.

Il est toutefois nécessaire qu'avant de s'en servir, ce poussier soit délayé dans l'eau au moins 24 heures avant de l'utiliser, afin que certaines matières qui sont mélangées au charbon de bois se dissolvent complètement et produisent ainsi les effets attendus. C'est pourquoi il devra toujours avoir une cuve ou un tonneau qui contiendra une préparation de noir d'étuve, afin que l'ouvrier puisse venir en puiser chaque fois qu'il en aura besoin.

Le seul défaut qui puisse encore arrêter l'extension de cette fabrication, c'est le prix relativement élevé par rapport à l'ancien système employé jadis et même encore aujourd'hui dans quantité de fonderies.

Cet ancien système consiste à tamiser le plus finement possible du poussier de charbon de bois ; d'y mélanger de la terre plastique en quantité suffisante pour donner une certaine cohésion au charbon de bois, (un excès de terre plastique nuit autant que d'être employé en trop petite quantité). On délaye ensuite ce mélange de poussier et de terre plastique pulvérisée et tamisée dans de l'eau qui a fermenté pendant plusieurs jours dans une cuve remplie de crottins de cheval et qui aura même reçu l'urine des ouvriers de l'établissement.

Ce jus ainsi obtenu devra être tamisé avec soin, afin

d'obtenir un liquide bien clair ; on mélange dans ce liquide, devenu gras par sa fermentation, le poussier de charbon de bois préparé avec la terre glaise, on y ajoute quelquefois de la mine de plomb et on obtient ainsi du noir d'étuve passable.

Seulement les inconvénients qui résultent de ces procédés, c'est qu'il arrive bien souvent qu'au moment où l'ouvrier devra se servir du noir d'étuve, il n'y a pas de crottins de cheval dans la cuve, il n'y a pas de terre plastique en magasin, ou celle-ci est ajoutée en trop grande ou en trop petite quantité par les ouvriers qui ne sont pas souvent au courant de cette fabrication, et l'on obtient ainsi un produit irrégulier, dont la production d'une laide pièce est le résultat immédiat ; tandis qu'avec la fabrication spéciale on est toujours sûr d'avoir un produit régulier, immédiat, sans aucune perte de temps, car au pis aller, on pourra encore se servir immédiatement du noir d'étuve que l'on fabrique instantanément avec l'eau claire et le poussier apprêté ; seulement, dans ce cas, l'ouvrier éprouve un peu plus de difficultés à lisser son moule, mais au moins le résultat final sera toujours plus satisfaisant que s'il s'était servi de noir mal préparé à la fonderie.

Immédiatement après qu'un moule est apprêté au noir d'étuve, on peut le faire sécher, ensuite le ren-

mouler et le couler. Quand il arrive parfois qu'un moule n'a pas eu le temps de subir un séchage complètement suffisant, le mouleur devra le couler immédiate-

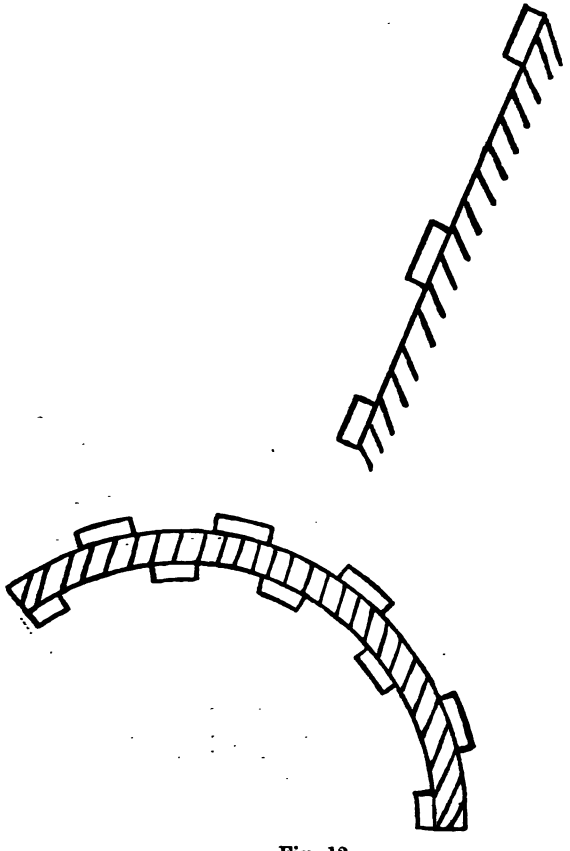


Fig. 12.

ment après qu'il aura enlevé le feu de son moule afin que celui-ci étant toujours chaud, l'humidité extérieure

n'aie pas le temps de s'introduire à l'intérieur du moule ; cependant en toute autre occasion, pour les moules qui sont bien séchés, il est préférable de les couler quand ils sont refroidis complètement.

Voici pourquoi : quand ils sont refroidis, il ne se dégage plus de vapeur qui puisse venir se répandre dans la pièce ; il ne s'agit cependant pas non plus de laisser absolument trop longtemps un moule refroidi sans le couler ; car alors l'humidité extérieure gagnerait la croûte séchée, amènerait ainsi un excès de vapeur nuisible à la réussite de la pièce et produirait des dartres et des soufflures.

Une des causes qui amène aussi le rebut des pièces coulées, c'est quand celles-ci ne sont pas bien raccommodées ou que les coutures ne se rapportent pas assez bien, pour qu'après l'ébarbage il ne reste plus trace de raccords.

Sous ce rapport, l'ouvrier prendra bien soin de s'arranger de façon à ce que les différentes pièces de rapport se remettent parfaitement en place lors du renmoulage, et il aura bien soin que la partie supérieure du chassis appelée communément la chappe reprenne bien au renmoulage la place qu'elle occupait avant le démoulage.

Quand certaines parties du moule se sont arrachées

en enlevant le modèle hors du sable, ou bien quand le moule a été fait sans modèle, il arrive parfois que la partie du fond de la pièce ne se rapporte pas bien avec la partie supérieure, et il n'est presque jamais possible de constater de visu dans le moule si ces parties sont bien raccordées ensemble ; il arrive très souvent alors que des pièces doivent être rebutées ou nécessitent un coûteux ébarbage à cause d'un mauvais raccordement. Afin d'obvier à cet inconvénient, le mouleur placera à tous les différents contours du fond du moule, des petits morceaux de papier, sur lesquels il appliquera un peu de matière collante, comme par exemple du noir d'étuve mouillé. Lorsque la partie supérieure du châssis viendra poser sur la partie du fond, la matière collante adhèrera au châssis supérieur, en enlevant ainsi le papier qui servira de contrôle pour le raccordage de la partie adjacente du moule (fig. 12).

Il arrive très souvent que la plupart des pièces à mouler sont fabriquées au moyen d'un seul châssis, c'est-à-dire d'une chappe, l'autre partie se creusant dans le sol de la fonderie. Quand le modèle est complètement foulé jusqu'aux parties qui constituent le moule proprement dit, le mouleur en dresse tous les contours, soit au moyen d'une petite règle, soit au moyen de sa truelle ; il répand ensuite sur toute la surface une cou-

che fine de sable complètement brûlé qui forme la séparation entre la partie supérieure appelée chappe ; il aura bien soin de poser ensuite son châssis sur quatre morceaux de taque en fonte qui reposeront sur le sol foulé très dur à cet effet en dehors du moule ; quand le châssis reposera sur les quatre taques, il chassera encore celui-ci à fond, c'est-à-dire à environ un centimètre des surfaces inférieures, il aura bien soin que les quatre angles du châssis reposent complètement sur les taques de portée.

Avant de poser le châssis en place, il sera aussi très bon de l'arroser avec de l'eau dans laquelle on mélangera un peu de terre grasse ou du sable gras. Ceci pour que le sable qui sera foulé, adhère aux parois du châssis.

Pour éviter aussi que le sable foulé ne tombe en démoulant, il sera placé de distance en distance des crochets soit en fonte, soit en fer battu ; ceux en fer battu sont préférables sous tous les rapports ; d'abord ils ne sont pas si sujets à se briser lorsqu'on détruit le moule après la pièce coulée ; par ce fait même, ils peuvent resservir plus souvent, tandis que ceux en fonte finissent par se briser en morceaux ; ils constituent ainsi une infinité de déchets de fonte qui se retrouvent continuellement dans le sable à mouler, et il arrive très

souvent dans les fonderies que quand un modèle doit être mis en chantier, il faut attendre une première coulée pour fabriquer de nouveaux crochets, ceux-ci ne formant le plus souvent qu'un tas de morceaux impropres à tout usage.

Donc le patron fondeur a tout intérêt à faire le sacrifice de la dépense qui résulte de la fabrication des crochets en fer, attendu que cette dépense se reproduit bien moins souvent que celle de faire des crochets en fonte.

Il suffit du reste d'avoir quelques espèces de crochets, surtout ceux dont on se sert le plus communément ; quand par hasard des pièces spéciales nécessitent des crochets d'une longueur démesurée, il est encore temps d'en faire en fonte si on veut éviter la dépense d'en faire fabriquer en fer battu.

Il sera toujours préférable de faire les crochets en fer battu, avec du fer carré — parce que ce dernier présente plus de surfaces pour enlever le sable que le fer rond.

Un des avantages qui résulte encore des crochets en fer battu, c'est qu'ils sont beaucoup plus légers que ceux faits en fonte, car il n'est pas nécessaire de donner aux premiers des dimensions aussi fortes qu'aux derniers.

Cette différence est même très sensible quand il s'agit de grandes chappes qui sont parfois très lourdes à manœuvrer, et les petites chappes sont aussi d'une légèreté relative quand elles doivent être démoulées à la main.

Il reste donc bien entendu qu'une fois qu'un châssis (chappe) est foulé, avant de l'enlever, l'ouvrier aura

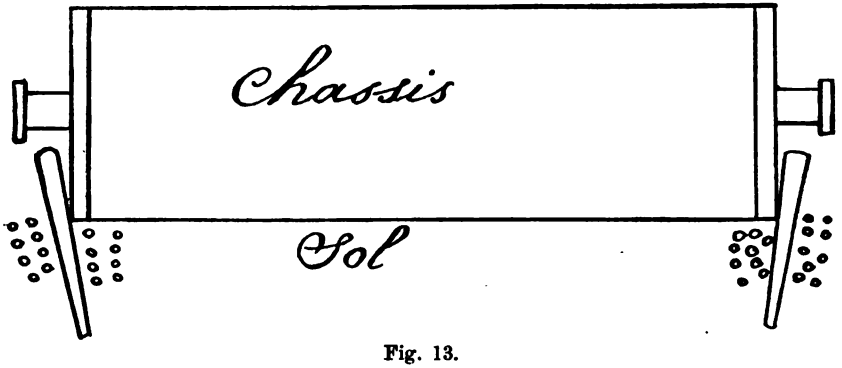


Fig. 13.

bien soin de placer à tous les angles, des guides qui lui permettront de renmouler juste en place ; beaucoup de mouleurs prennent trop peu de précautions au placement de ces guides. Une des conditions essentielles du guide, c'est qu'il soit bien droit, assez long pour être suffisamment enfoncé dans le sol pour résister aux chocs qu'il reçoit souvent au renmoulage.

Il devra être enfoncé de façon qu'il soit un peu incliné, c'est-à-dire qu'il joigne parfaitement à la base du

châssis et que le haut du guide soit distancé de celui-ci suffisamment pour donner une entrée nécessaire dans tous les guides quand on laisse redescendre la chappe en place (fig. 13).

L'inclinaison des guides permet ainsi à celle-ci de redescendre uniformément sans choc et sans secousse.

Quand un moule est terminé et est prêt à être renmoulé définitivement, on fera bien de tracer, au moyen de la truelle ou du crochet de mouleur, une petite section tout autour des parois du moule, à la surface, afin de soulever légèrement le sable sur lequel viendra s'appuyer la chappe. Cette section se fera toujours entre la partie extérieure du moule et la ligne des conduites d'air qui se trouvent à l'extérieur.

En venant poser sur cette section légère, la chappe empêche ainsi la fonte qui pourrait s'introduire dans la fissure, de pénétrer dans les trous d'air et de boucher ceux-ci qui, ne pouvant plus sortir librement, se refouleraient vers l'intérieur, chercheraient à sortir par les évents et provoqueraient des dartres et des soufflures, voire quelquefois même des explosions, qui nuisent considérablement à la réussite de la pièce.

Pour les pièces qui sont séchées, il faudra, avant de faire la section, verser un peu d'eau sur la partie qui devra être légèrement soulevée afin de rendre au sable sa cohésion.

Des défauts des pièces de fonte qui amènent le rebut à l'atelier de construction.

Quand une pièce doit être coulée sur modèle ou sans modèle, on devra toujours s'arranger de façon à ce que les parties qui doivent être polies ou alézées soient coulées en bas. Pour les pièces sur modèle, ces dispositions doivent surtout être bien observées par le modeleur, qui doit construire son modèle pour faciliter le moulage de la pièce, de façon à ce que celui-ci présente le plus possible ses faces à la partie inférieure du moule.

Voici pourquoi :

La fonte en fusion contient toujours en dissolution des matières qui nuisent à sa bonne qualité. Ces matières sont plus légères que la fonte et surnagent toujours ; par conséquent elles viennent se placer dans les parties supérieures de la pièce.

Il n'y a pas que les matières qui se trouvent dans la fonte qui produisent ces résultats. Le sable et les poussières qui se détachent quelquefois du moule au contact de la fonte ou même par suite du choc ou d'un mauvais raccommodage, surnagent aussi sur la fonte en fusion, et se trouvent emprisonnés entre celle-ci et les parois supérieures qu'ils rencontrent dans leur parcours ascensionnel.

Comme on le voit, la disposition du modèle ou du moule fait sans modèle, joue un grand rôle dans la bonne fabrication des pièces de fonte.

Quand il arrive parfois que certaines pièces présentent des parties à polir sur toutes les faces, il faudra laisser aux parties supérieures un excès de fonte à enlever plus suffisant qu'aux autres parties.

Cette surépaisseur étant plus forte qu'aux autres parties, pourrait ainsi contenir les défectuosités signalées

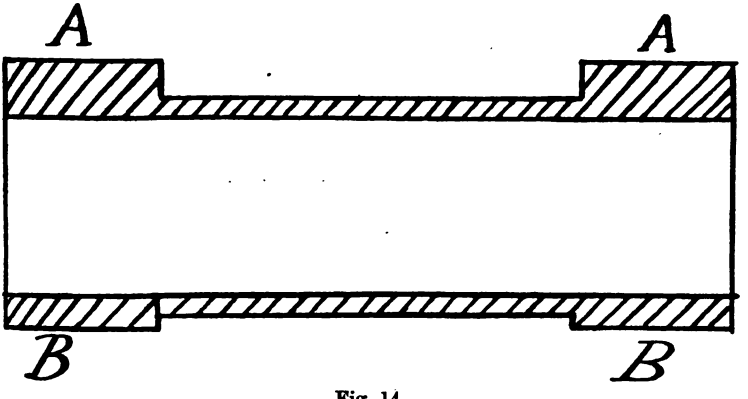


Fig. 14.

plus haut et qui disparaîtront plus sûrement que la surépaisseur sera excédée (fig. 14).

Partie coulée en haut A égale au moins 10 millim. de fonte à enlever.

Partie à couler en bas B égale 4 à 5 millim. de fonte à enlever. Il suffirait même parfois de 2 millim. à enle-

ver pour la partie B, mais il peut être dangereux dans ce cas de ne pas avoir assez de tolérance dans les dimensions brutes de la pièce coulée pour mettre celle-ci à ses dimensions exactes lors de son ajustement. Il ne faut cependant pas, dans la plus large mesure du possible, exagérer la surépaisseur à enlever lors de l'achèvement complet de la pièce à l'atelier de construction.

Voici pourquoi :

D'abord elle constitue un surcroît de main-d'œuvre pour le fini de la pièce ajustée, ensuite un déchet de fonte qui est nécessairement une perte soit pour le constructeur, soit pour le fondeur, suivant les conventions advenues entre eux.

Ensuite dans les pièces à mince épaisseur cette différence d'épaisseur donnée aux surfaces supérieures amène parfois le bris de la pièce, ou bien encore ce qu'on appelle communément des pourritures.

Voici pour le premier cas pourquoi le bris de la pièce est provoqué : toutes les pièces coulées en fonte subissent un retrait au refroidissement ; ainsi telle pièce qui devra avoir un mètre de longueur devra avoir un mètre huit millimètres de moule (du reste le retrait de la fonte sera traité plus loin d'une façon toute spéciale); il arrive donc que des parties de pièces dont les différences d'épaisseur sont parfois trop accentuées, refroidissent

toujours plus tôt que d'autres parties qui présentent des épaisseurs plus fortes, qui, par conséquent, sont astreintes à conserver plus longtemps une chaleur élevée; les parties les plus faibles ayant à subir un retrait plus précipité que les plus fortes, il arrive que ces dernières empêchent les premières d'opérer leur retrait et produisent ainsi des cassures dans les pièces, qui sont toujours une cause de non réussite et une perte sèche pour le patron.

Quant au deuxième cas produit par des surépaisseurs exagérées, et appelées communément pourritures, c'est encore le retrait qui est la cause de ces accidents.

Les parties les plus faibles produisent leur retrait avant les plus fortes, enlèvent à celles-ci une partie de la fonte pour opérer leur retrait, rendent ainsi les fortes épaisseurs très poreuses et provoquent même quelquefois de véritables cavités que l'on nomme retraits.

Pour les éviter de se produire, l'ouvrier devra, chaque fois que sa pièce renfermera des épaisseurs assez fortes, pomper par les évents réservés au-dessus des châssis ; il aura bien soin de placer des évents sur les plus fortes parties des pièces, afin que celles-ci se refroidissant les dernières, puissent refournir aux autres la fonte nécessaire pour remplir les vides ou les porosités

produits par les retraits d'une trop grande quantité de fonte (fig. 15).

Pour bien faire cette opération, sitôt que la pièce est coulée, l'ouvrier devra, pendant un certain temps, refouler la fonte dans le moule par les évents réservés à cet effet, au moyen d'une baguette en fer rond ; au fur

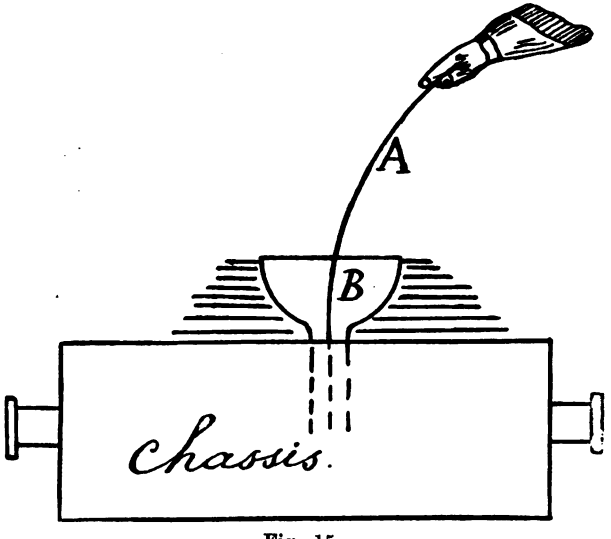


Fig. 15.

et à mesure que le vide se produira dans les évents, il devra verser de la nouvelle fonte en fusion pour entretenir la chaleur de ceux-ci, et en même temps pour remplir le vide occasionné par le retrait des parties inférieures.

Le pompage dans les pièces joue un grand rôle, et

beaucoup de rebuts proviennent très souvent d'un pompage mal fait.

Pour bien pratiquer cette opération, l'ouvrier aura bien soin d'être immédiatement prêt à introduire sa baguette de fer, préalablement chauffée, dans l'évent sitôt que la pièce sera coulée.

Si la baguette n'est pas chauffée au préalable, celle-ci en s'introduisant dans la fonte la refroidit et rétrécit considérablement l'orifice destiné à recevoir la fonte qui doit suppléer au vide.

Il faudra aussi introduire la baguette dans l'évent avec précaution, afin de ne pas en détériorer les parois, ou aller briser quelques parties intérieures du moule ; après avoir pompé un certain temps à l'intérieur de la pièce et suivant son importance, la profondeur à laquelle la baguette aura été introduite sera diminuée insensiblement jusqu'au moment de fermer la partie supérieure de l'évent ; dans tous les cas, il ne faut jamais pomper jusqu'à ce que la fonte soit refroidie complètement, car alors, la baguette elle-même produirait des porosités nuisibles qui se montreraient à l'enlèvement de l'évent à l'ébarbage. Dans tous les cas, il est toujours bon de ne cesser de pomper que quand on a pour une dernière fois reversé de la fonte chaude dans l'évent, ou au moins laisser encore celui-ci suffisamment liquide

pour remplir le vide que la baguette produit quand elle est retirée.

Du placement des noyaux dans les moules.

Le placement et la disposition des noyaux dans les moules joue aussi un grand rôle dans la fabrication des pièces en fonte.

Je ne m'arrêterai pas ici à spécifier d'une façon complète la fabrication des noyaux.

Comme je l'ai dit plus haut, cette fabrication a trop d'importance que pour ne pas en faire dans un chapitre une étude toute spéciale.

Malheureusement il existe dans beaucoup de fonderies une certaine animosité entre les mouleurs et les noyauteurs et il arrive très souvent que pour un noyau mal placé ou mal conditionné la pièce est rebutée ; le mouleur se décharge sur le noyauteur et des conflits sont souvent à craindre entre eux lorsqu'une pièce est manquée. Il importe donc que l'ouvrier mouleur fasse d'abord de son métier une question d'amour-propre et que si un noyau est mal conditionné, il tâche d'y remédier le plus possible soit en partageant les différences qui, par un bon placement, diminueront les erreurs commises, soit en faisant retourner au chantier du noyautage le noyau mal fait. Le mouleur devra

surtout s'attacher à ce que les noyaux prennent bien les places qui leur sont destinées, soit au moyen de portées, soit au moyen de calibres, voire même du plan.

Il prendra bien soin de ne pas détériorer ceux-ci en les manipulant, car comme il est dit plus haut, une certaine animosité régnant souvent entre ces espèces d'ouvriers, il arrive parfois que les noyaux sont enlevés sans les précautions voulues, et que des dartres se produisent ainsi aux parois qui les joignent.

Alors quand la pièce présente des défectuosités, le mouleur dégage sa responsabilité et en rejette la faute sur le noyauteur.

L'ouvrier mouleur doit donc se mettre au-dessus de ces procédés d'un autre âge, il doit se considérer comme le tuteur de la pièce qu'il fabrique, il doit procéder avec un soin jaloux aux moindres détails qui créent son œuvre, car en somme l'ouvrier, à quelque catégorie qu'il appartienne, sera toujours la première victime des pertes que subira son patron.

Il est tout naturel que si la fabrication réalise de bons bénéfices, l'ouvrier sera le premier à en profiter par le salaire, qui sera d'autant plus élevé que sa fabrication sera plus productive.

Le mouleur prendra surtout bien soin de ménager

des sorties suffisantes aux gaz qui se dégagent en grande quantité des noyaux.

Ceux-ci doivent avoir toujours des conduites réservées à cet effet, il s'agira de les faire communiquer à l'extérieur du moule au moyen de conduites libres et présentant un dégagement plus développé que celui qui se trouve directement au noyau. Ce dégagement sera toujours bien à l'abri de l'introduction de la fonte en fusion, car si la fonte s'introduit dans la conduite réservée, il arrivera presque toujours que la pièce sera manquée à la coulée et, en termes de fonderie, elle soufflera. Quand une pièce a soufflé, il faut continuer à verser de la fonte soit par le jet de coulée, soit par les évents qui soufflent, et continuer le versement tant que ceux-ci dégorgent la fonte dans des conditions normales.

Quand une pièce a soufflé, il sera toujours bon d'enlever la chappe peu de temps après la coulée, afin de s'assurer si la partie supérieure ne présente pas des soufflures ; celles-ci se reconnaissent aisément, car elles forment des taches noires sur la fonte qui, en d'autres endroits, est encore d'un rouge blanc. Dans ce cas, il faudra verser, au moyen d'un petit bassin, de la fonte encore chaude dans la partie soufflée et faire couler celle-ci tant qu'elle adhère complètement à la pièce coulée ; sitôt qu'on s'aperçoit que cette fonte est res-

soudée,il faut enlever rapidement au moyen d'une pelle la fonte répandue inutilement sur la surface et qui forme une excroissance. Quand là où les tâches sont ainsi ressoudées, on recouvre la pièce, d'abord d'une couche de sable sec afin de ne pas provoquer un excès de vapeur que du sable humide amènerait infailliblement. Cet excès de vapeur agissant directement sur la surface chaude amènerait un refroidissement spontané et pourrait provoquer le bris de la pièce au retrait. Sur la couche de sable sec répandu à profusion, on pourra alors charger du sable humide afin d'empêcher l'air extérieur d'agir trop directement sur la pièce chaude et provoquer aussi un retrait trop précipité.

Dans les noyaux en général, il est préférable, quand la disposition le permet, de tirer l'air par le dessus, parce que celui-ci se manifeste toujours de bas en haut ; ce principe s'applique naturellement aux dispositions verticales.

Pour les dispositions horizontales, le dégagement de l'air se fait horizontalement d'une façon très normale.

Pour les noyaux couverts de fonte à leur partie supérieure, il faut aussi rechercher de préférence les parties les plus propres au dégagement de l'air et il faut avoir surtout bien soin que l'épaisseur laissée au noyau dans sa partie extérieure supérieure soit consolidée d'une

façon suffisante pour empêcher que le choc lui imprimé par l'explosion du gaz, agissant toujours de bas en haut dans les dispositions verticales, ne vienne faire sauter cette paroi du noyau, et amener ainsi la fonte en fusion d'une façon directe avec le dégagement d'air, car dans ce cas la pièce est immédiatement manquée.

Pour les noyaux placés verticalement dans des portées qui se trouvent au fond de la pièce, le mouleur fera bien, avant de placer son noyau dans cette portée, d'y tracer au fond, un sillon qui enlève mollement le sable destiné à recevoir la base du noyau.

Ce sillon servira d'abord à empêcher la fonte de s'introduire dans le noyau, ensuite il facilitera son placement exact, parce qu'il suffira d'appuyer sur les parties qui devront être amenées à leurs places déterminées.

Pour les noyaux légers qui devront porter sur des supports, il suffira d'enfouir au fond du moule, à une profondeur relative, un morceau de planche tendre permettant de recevoir des clous à têtes plates, enfoncés dans cette planche qui se trouvera sous une croûte de sable.

L'enfoncement de ces clous détermine l'épaisseur à laisser à la pièce qui devra recevoir le moule destiné à sa fabrication.

Pour les gros noyaux auxquels les clous ne fourni-

raient pas assez de résistance, on enfouira à une profondeur déterminée un bloc de fonte, dans lequel il sera ménagé un trou soit rond ou carré, dans lequel viendra se loger la queue du support qui devra maintenir le noyau. Ce trou ne perce pas le bloc de fonte de part en part, c'est-à-dire qu'il est réservé une épaisseur au fond, afin de permettre au support de venir s'appuyer pour porter la charge du noyau ; les queues des supports seront en fonte bien limée à blanc, surtout lorsque les parties dans lesquelles elles se trouvent, doivent être polies ou doivent résister à une forte pression de vapeur.

Elles seront en fer si les pièces ne sont soumises à aucun des cas précédents.

Dans tous les cas, il sera toujours préférable, quand une trop grande masse de fonte ne devra pas passer dans les épaisseurs du fond, d'employer des supports à queues de fonte, parce qu'ils évitent toujours des soufflures que produit la fonte en fusion au contact avec le fer battu ; et puis d'un autre côté les supports se soudent bien plus facilement avec la fonte en fusion que le fer battu ; ils ne laissent pas ainsi de traces quand la pièce doit être polie et offrent bien plus de résistance à la pression que les queues en fer battu.

Pour éviter que celles-ci produisent le moins possible

de soufflures, on emploie l'étamage qui possède certaines propriétés adhérentes à la fonte ; le goudronnage du fer battu produit aussi de bons résultats.

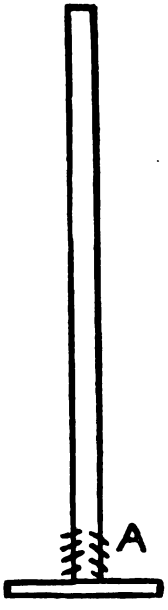


Fig. 16.

La partie de fer qui sera noyée dans la fonte devra porter dans tout son contour des arrachements faits au burin, bien taillés, afin que la fonte qui s'introduit dans les interstices puisse serrer la queue de fer et l'empêcher de trembler au moindre choc, voire même s'arracher de la pièce coulée, comme cela se produit chaque fois que la fonte est insuffisamment élevée à un degré de chaleur assez puissant pour attaquer la partie extérieure du fer battu (fig. 16).

Les supports les plus usités et qui produisent les meilleurs résultats quand ils doivent empêcher les noyaux de monter à la chappe, sont sans contredit les supports à simple queue.

D'abord ils sont les plus faciles à placer et à caler ; c'est ainsi que quand un noyau doit être tenu en place au moyen de supports placés à la chappe, il suffit de choisir les places qui conviennent le mieux pour leurs dispositions. A ces différents endroits on devra encastrer dans le noyau un morceau de taque en fonte sur

lequel viendra s'appuyer une simple queue, soit de fer battu, soit de fonte.

Toutefois on devra s'assurer si cette taque repose sur une partie assez dure et qui offre assez de résistance

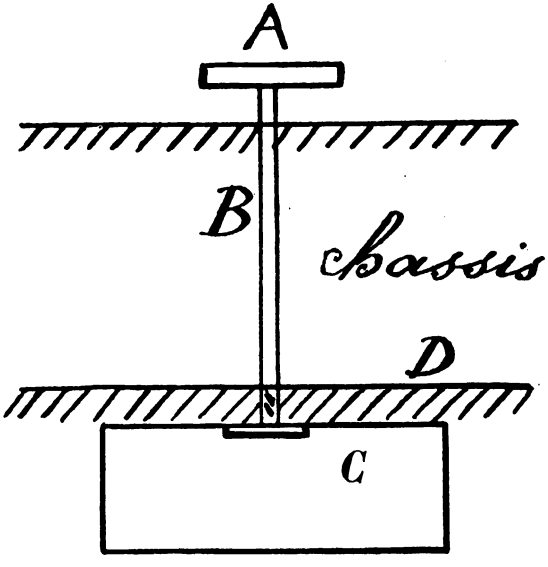


Fig. 17.

A. Taque de calage placée sur la tige B appuyée sur du sable foulé sur le châssis.
B. Tige simple avec arrachement.
C. Morceau de taque en fonte encastré dans le noyau. Bien remarquer que cette taque doit poser sur une partie solide du noyau afin de résister à la pression inférieure.
D égale l'épaisseur de la fonte.

pour ne pas lui permettre de s'enfoncer dans le noyau quand la fonte viendra forcer celui-ci à monter à la chappe. Cette queue en fer qui portera à sa partie uti-

lisée les arrachements préconisés plus haut, aura une longueur suffisante pour venir à fleur du châssis du côté extérieur ; un peu de sable versé tout à l'entour, permettra d'appuyer sur cette queue un morceau de taque, sur lequel on calera le support, soit à la charge, soit aux parties réservées au châssis, qui sont clavettées ou boulonnées au fond. Dans tous les cas, le calage ne devra se faire sur les supports qu'après le changement ou le serrage des boulons et clavettes, afin d'empêcher ceux-ci de s'appuyer directement sur les noyaux, qui pourraient se déranger par suite de surcharge (fig. 17).

Du retrait et de ses suites.

On sait que le retrait de la fonte est aussi une des causes principales qui apporte son contingent à la non-réussite des pièces.

Cette non-réussite se manifeste le plus communément dans le cassage au retrait.

Le bris des pièces au retrait se présente sous différentes formes, d'abord : quiconque connaît un peu la fonderie de fer sait que les pièces subissent un retrait au refroidissement ; il est d'autant plus considérable que la masse de fonte est forte, ou que la pièce est longue.

Généralement la formule adoptée pour déterminer le

retrait est de 8 millimètres par mètre. Il arrive donc quand certaines parties de la pièce sont emprisonnées, soit trop près des parois du châssis, soit de toute autre partie qui forme le moule, celui-ci ne cédant pas au tirage produit, il s'ensuit que la pièce se brise tout ou en partie ; dans tous les cas, c'est toujours la perte inévitable de tout travail.

Il arrive parfois que malgré cela, l'ouvrier est obligé de se servir de châssis ou d'armatures qui sont sujets à provoquer le bris de la pièce au retrait ; dans ce cas, après un temps déterminé qui suit le coulage de la pièce, il sera procédé au délivrement des parties sujettes au cassage, avant que le retrait ne se soit complètement effectué, c'est-à-dire pendant que la matière sera encore rouge. Ce cas se présente souvent pour les bâtis, les colonnes, les tuyaux qui amènent toujours un grand retrait et dont souvent les brides ou assises se trouvent emprisonnées dans les châssis.

Une cause qui produit encore la cassure au retrait est celle-ci :

Quand une pièce présente de fortes inégalités d'épaisseur, il arrive que les parties les plus faibles subissant un retrait plus précipité que certaines autres qui constituent des massifs de fonte, se brisent pour effectuer leur retrait, et se détachent ainsi de la partie restée

plus chaude et dont le retrait se fait plus lentement.

Ce cas se présente souvent dans les volants à épaisse jante, dans les poulies à mince jante ou au moyeu disproportionné, dans les plates-formes pleines à moyeu, et très souvent dans les pièces à fond fermé.

Dans les pièces à fond fermé, il faudra avoir bien soin que les parois extérieures présentent des épaisseurs uniformes avec celles du fond fermé.

Cependant lorsque le fond fermé sera coulé en haut pour les pièces coulées verticalement, il ne sera pas mauvais de forcer quelque peu l'épaisseur du fond par rapport aux autres parois, parce que cette partie de la pièce ne constituera pas une fonte aussi serrée et aussi saine que les parois coulées verticalement; c'est pour suppléer à cette qualité inférieure qu'aura la fonte à cet endroit que l'épaisseur devra être quelque peu renforcée.

Pour éviter le cassage au retrait dans ce dernier genre de pièce, il faudra surtout bien éviter que les armatures intérieures du noyau qui constituent cette partie du moule, ne présentent absolument aucune résistance qui puisse entraver le retrait libre de la fonte.

Il faudra aussi prendre bien soin que les évents ou jets de remonte soient aussi placés avec soin à distance suffisante des traverses de châssis, afin que celles-ci, qui

ne cèdent pas sous la tension des évents, ne puissent amener le bris de la pièce coulée.

Enfin il y a une infinité d'exemples à citer, qui se produisent journellement dans les fonderies et qui amènent très souvent des résultats presque inexplicables dans la coulée des pièces de fonte.

Ce qui doit être surtout démontré par les considérations qui précèdent, c'est la question de principe sur laquelle l'ouvrier mouleur ne pourrait apporter trop de soins, car comme il est dit plus haut, le retrait de la fonte entre pour une large part dans les rebuts de pièces coulées.

Malheureusement ces cas se présentent presque toujours sur des pièces importantes, car le retrait ne fait pas souvent des siennes sur les petites pièces, et pour cause, c'est qu'il est insignifiant sur les petites longueurs.

Un autre genre de défaut provoqué par le retrait est le dégauchage ou la convexité.

Le dégauchage se produit dans les pièces planes ou d'une longueur peu commune, par exemple les bancs de tour, bâtis de machine, etc. Ce défaut se produit surtout quand certaines parties sont plus fortes que d'autres ; comme cela se produit chaque fois avec les bancs de tour dont les glissières qui doivent toujours

être coulées en bas forment des épaisseurs beaucoup plus fortes que les parois.

Certaines fonderies font plier les modèles en les plaçant dans le sable et obtiennent ainsi un moule creux afin que, quand la partie inférieure qui est toujours la plus forte effectue son retrait, elle puisse reprendre la même disposition que les autres parois plus minces et produire ainsi une pièce droite. Seulement ce système présente plusieurs inconvénients.

D'abord : quand le modèle est solide, il est toujours très difficile de le faire plier sans le détériorer. Ensuite il est toujours bien difficile de calculer exactement la convexité que l'on doit donner au modèle pour ramener une longueur bien droite à la pièce coulée. L'expérience a prouvé maintes fois que des bancs de tour et bâtis avaient conservé la même disposition quand ils étaient coulés et refroidis que celle que l'on avait fait prendre au modèle.

D'autres ont trop ou n'ont pas repris suffisamment leur position normale, et il arrive parfois que lorsque les différences sont trop manifestes, la pièce doit être mise au rebut.

Le meilleur système à employer à mon avis, est de régler le fond du moule au moyen de deux règles bien droites et de niveau. Une fois cette disposition

prise, on place le modèle de banc ou de bâti sur cette surface bien droite et bien plane, et l'on fabrique le moule selon le procédé usité ; l'ouvrier aura seulement bien soin que la taque qui doit enlever le sable sur toute la longueur intérieure du banc n'empêche pas celui-ci de subir son retrait, qui sera d'autant plus important que la pièce sera longue. Seulement quelque temps après que la pièce sera coulée, c'est-à-dire qu'elle aura toujours conservé sa couleur rouge, on creusera au-dessous du bâti, dans la partie du milieu, un trou d'environ un mètre sur la longueur de la pièce. Pour arriver à ce résultat, il suffira de creuser un trou à une distance suffisante des parois de chaque côté de la pièce et relier ceux-ci en enlevant le sable qui se trouve en-dessous ; on laisse ensuite refroidir le tout et on n'enlève le châssis (chappe) que le lendemain de la coulée. Des bancs de tour de 10 et 12 mètres de longueur ont été coulés d'après ce système et sont restés aussi droits que le modèle avait été placé dans le moule.

Pour les pièces à surface, plane comme par exemple des taques qui sont sujettes à se dégaucher, il faudra surtout découvrir le centre de la pièce à la surface, afin que cette fonte qui se trouve resserrée par tous les contours puisse précipiter son retrait et établir une moyenne avec les autres parties de la taque.

La convexité se produit surtout dans les colonnes, tuyaux et tuyaux plongeurs, elle a toujours lieu quand l'épaisseur n'est pas uniforme, c'est-à-dire quand le noyau n'a pas été bien placé, ou n'a pas été bien maintenu au centre par une cause quelconque.

Dans ce genre de pièces, l'ouvrier devra donc toujours bien prendre ses précautions pour conserver la même épaisseur de fonte partout en plaçant ou en calant son noyau.

Pour les tuyaux plongeurs qui se coulent debout, il existe une cause qui amène souvent la convexité de la pièce. C'est la suivante :

Le noyau renfermé dans le moule est construit au moyen d'une lanterne en fer étiré ou en fonte.

Or, pour éviter que la fonte en fusion ne fasse lever le noyau et le fasse sortir du moule, la lanterne devra être calée au châssis ou chargée à sa sortie supérieure. Qu'arrive-t-il alors ?

La fonte en fusion introduite dans le moule, échauffe assez rapidement la lanterne, qui naturellement s'allonge progressivement ; si celle-ci est maintenue au châssis ou à la charge qui l'a empêchée de sortir du moule à la coulée, elle ne pourra plus s'allonger, et sera forcée de plier, tout en entraînant dans cette forme la

pièce de fonte restée maniable par la haute chaleur qu'elle aura conservée.

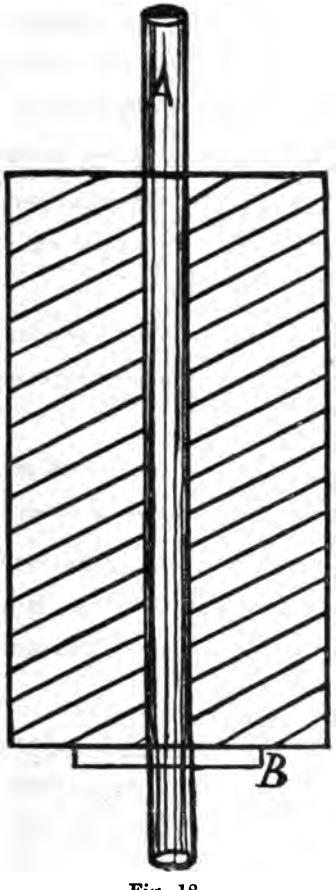


Fig. 18.

A A Lanterne en tube étiré ou en fonte.
B Clavette maintenant la lanterne pour l'empêcher de céder sous la pression de la fonte.

Pour parer à cet inconvénient, il faudra toujours fixer le plus souvent possible la lanterne en-dessous du châssis, afin d'avoir la partie supérieure libre et lui permettre ainsi de s'allonger en s'échauffant par le voisinage de la fonte en fusion (fig. 18).

La partie supérieure étant ainsi rendue libre, peut s'allonger en dehors du moule à volonté.

Si on n'a pu fixer la lanterne au fond comme cela arrive dans certaines circonstances, il faudra, sitôt qu'on pourra juger que la fonte introduite dans le moule ne produit plus de pression pour faire monter le noyau, dégager la partie supérieure de la lanterne de la charge ou du calage qui l'a maintenue en place ; de cette façon, la liberté lui sera rendue et elle évitera de convexer la pièce.

Quand une pièce, tuyau, colonne, etc., n'est pas sortie droite du moule, on pourra encore tenter de la redresser au moyen d'une infinité de coups de marteaux appliqués sans trop d'efforts sur la partie creuse.

Ces coups continus peuvent provoquer une extension de la fonte et par conséquent rendre à celle-ci une longueur suffisante pour être parallèle à la partie qui forme la bosse, et ainsi faire disparaître celle-ci sous l'effort de la tension qu'elle subira par le côté allongé.

Ce procédé a même été quelquefois employé avec

succès pour des bâtis, bancs de tour, etc. ; des taques voilées sont même ramenées à une surface bien plane par le même procédé.

Du troussage ou moulage sans modèle.

Le troussage ou moulage sans modèle est très avantageux sous plusieurs rapports.

D'abord il évite des frais de modèles qui souvent ne servent qu'une fois ; ensuite, il présente cet avantage qu'une pièce peut être moulée et coulée en moins de temps qu'il n'en faudrait pour construire un modèle et peut être ainsi fournie dans un délai plus court.

Les pièces moulées au trousseau présentent encore un autre avantage ; c'est que les dimensions peuvent être mieux observées qu'avec un moulage sur modèle. (Cette dernière observation est complètement en contradiction avec l'auteur de la « *Fonderie en France* » M. Guettier. Il est toutefois bon d'ajouter que le procédé de troussage qu'il préconise est l'A B C du troussage employé en Belgique.)

Une des preuves que le moulage au trousseau produit des pièces de dimensions plus justes que sur modèle, c'est que dans le troussage, il n'y a pas de ballottage comme cela doit inévitablement se produire avec les modèles, et puisqu'il n'y a pas de modèles on sera tou-

jours sûr que le moule ne présentera pas les parties dégauchées ou difformes qu'ils revêtent très souvent après leur sortie de l'atelier de modelage. Avec le troussage, on supprime aussi la dépouille qu'on est forcé d'appliquer aux modèles pour les faire sortir du sable. Une des conditions essentielles du moulage au trousseau, c'est de posséder de bons arbres de trousse.

L'arbre de trousse se compose d'abord d'un plateau en fonte avec moyeu fileté, pour recevoir l'arbre proprement dit ; afin d'éviter les frais d'un filetage mécanique du moyeu du plateau, il suffira de mouler un plateau au milieu duquel on placera l'arbre fileté qui doit servir de trousseau. La partie filetée de l'arbre sera au préalable enduite d'une couche de noir d'étuve, afin que la fonte en fusion n'adhère pas au filet. On pourra délayer un peu de colle dans le noir d'étuve, afin que celui-ci ne se détache pas trop facilement du fer poli.

Quand le plateau est coulé et refroidi, on imprime quelques chocs à l'arbre, au haut duquel est réservé un trou pour y passer une tringle qui servira à le serrer, le desserrer dans sa boîte et à l'enlever, soit à la main, soit à la grue.

Ces chocs imprimés naturellement dans le sens du desserrage, détacheront le filetage de l'arbre de la fonte

et il s'en suivra que le moyeu coulé servira désormais de boîte ; un nettoyage pour enlever le noir d'étuve et un peu de pétrole répandu à l'intérieur de cette boîte suffiront pour donner la facilité à la vis de fonctionner.

On peut aussi supprimer la partie filetée de l'arbre, en donnant une forme conique au bout de l'arbre, du côté qui entre dans le plateau qui forme boîte, comme pour la partie filetée.

Ce plateau sera placé à une profondeur qui variera selon l'importance de l'arbre dans le sol de la fonderie, de façon à ce que cet arbre de trousse soit toujours bien d'aplomb et bien fixe. On s'en assurera en plaçant sur les différents côtés, un niveau à corde.

L'ouvrier mouleur aura toujours bien soin que le plateau du trousseau soit bien assis sur le sol. Ce plateau devra aussi être assez lourd, afin qu'il résiste, sans se déplacer aux chocs qu'il pourrait recevoir en troussant le moule.

L'arbre devra toujours être serré à fond dans sa boîte, afin qu'il reste bien fixe. Le trou du sol sera bien foulé, afin que le plateau reste en place. Cet arbre devra être parfaitement cylindrique et sera muni d'une boîte de trousse, dont le diamètre intérieur aura exactement les mêmes dimensions que celui de l'arbre. Cette boîte reposera sur une bague alézée au diamètre exact de

l'arbre, elle sera munie d'une vis de pression qui permettra de la relever ou de l'abaisser selon les circonstances. (Voir fig. 19 et 20.)

Un autre système de boîtes ou branche de troussage

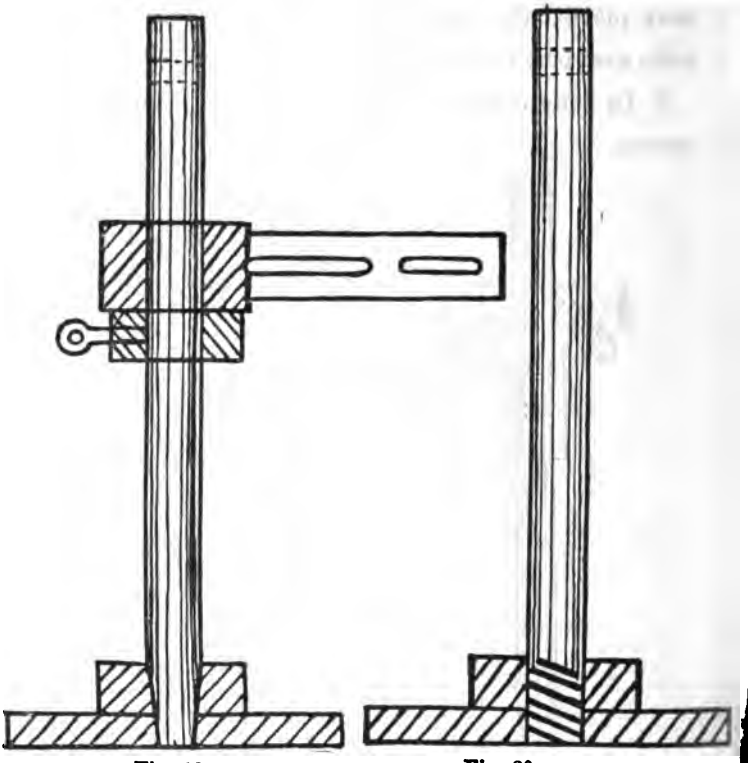


Fig. 19. Fig. 20.

est aussi aujourd'hui assez répandu, et est surtout employé pour les pièces de précision, les engrenages par exemple.

Ce système d'arbre et boîte à trousser est composé de trois pièces différentes :

1° L'arbre proprement dit ;

2° La boîte supérieure qui elle-même est formée de deux pièces, afin de permettre l'introduction de la boîte avec bras formant la partie inférieure ;

3° La boîte avec bras servant à fixer la planche de trousse.

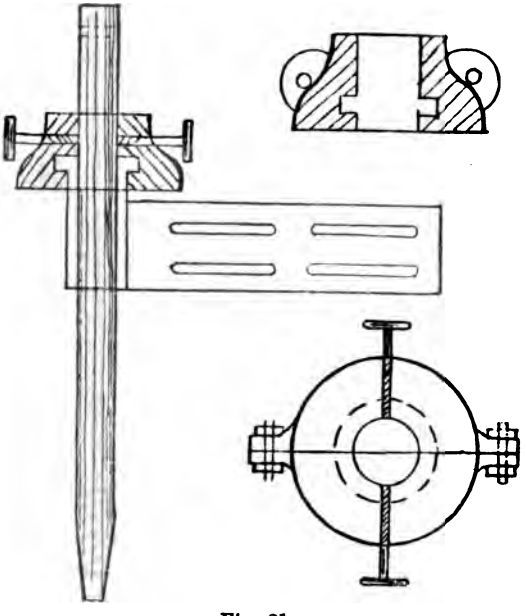


Fig. 21.

L'arbre devra surtout être bien droit, bien cylindrique et assez solide pour ne pas fléchir.

La boîte devra être fabriquée de façon qu'elle ne puisse descendre, ni monter, ni se déplacer de la place où elle est fixée sur l'arbre.

La figure n° 21 (voir p. 65), donne le tracé d'un arbre de trousse très bien conditionné.

La boîte supérieure est divisée en deux pièces qui se relient ensemble par des pattes d'assemblage et se serrent au moyen de deux boulons.

Chacune des parties de cette boîte est munie d'une vis de pression, qui sert à maintenir celle-ci à la place lui assignée sur l'arbre de trousse, selon les diverses circonstances du moulage. Elle est alésée sur une partie de sa hauteur, au diamètre exact de l'arbre, la partie inférieure est alésée avec une rainure dans laquelle viendra se mouvoir la boîte inférieure.

La boîte inférieure sera alésée intérieurement comme le diamètre de l'arbre, et extérieurement comme la partie intérieure et inférieure de la boîte supérieure.

La boîte supérieure étant fixée à l'arbre au moyen des deux vis de pression, il s'ensuivra que la boîte inférieure tournera sur l'arbre, tout en restant emprisonnée dans la boîte supérieure qui l'empêchera, par sa fixité sur l'arbre, de descendre ou de monter. Il reste bien entendu que l'ajustement de cette trousse devra rigoureusement être observé, afin de supprimer tout

ballottage, lorsque la planche qui est fixée à la partie inférieure est mise en mouvement.

La branche de la trousse devra être parfaitement bien rabottée tant sur la face que sur son arête supérieure, afin que celle-ci étant bien dressée en équerre par rapport à l'arbre de trousse, puisse en même temps servir de guide sûr pour le placement de la planche de trousse.

Il est à remarquer que de l'observation de ces principes dépend souvent la réussite d'un moule bien conditionné et présentant toutes les garanties désirables d'une bonne exécution, c'est pourquoi il importe que les explications soient bien comprises et surtout bien appliquées par l'ouvrier mouleur.

Pour fabriquer un moule au trousseau, il suffira donc, une fois que la trousse sera bien établie, d'assujettir à celle-ci une planche, dont les dimensions et la forme à observer d'après le plan, revêtent le contraire de la partie qui doit être enlevée à la chappe. Cette planche en se mouvant forme une partie aussi ronde que l'arbre et la boîte de trousse sont ronds, et on obtient ainsi avec du sable ordinaire, la partie de modèle de la pièce qui doit être enlevée à la chappe. (Voir figure 22.)

La planche n° 1 sert d'abord à trousser le faux moule

dans lequel est emballée la partie supérieure de la pièce qui est enlevée au moyen du châssis.

Quand cette première partie est emballée assez dure et troussée au moyen de la planche n° 1, on y trace et on y pose les douilles, côtes ou autres parties, s'il y a

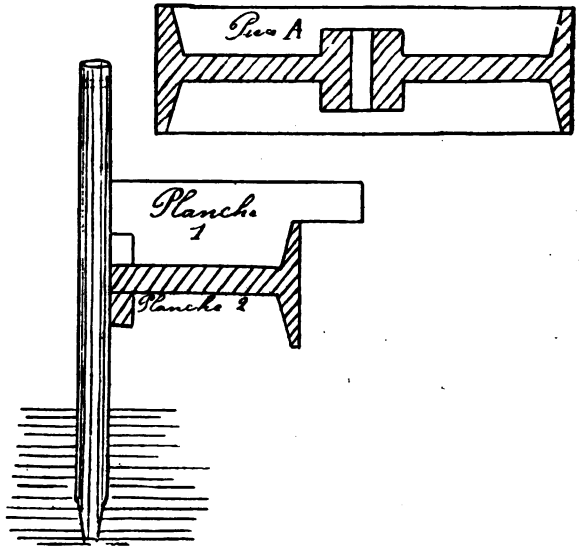


Fig. 22.

lieu (ces modèles de douilles, côtes, etc., sont en bois ou en terre) ; on place ensuite le châssis (chappe) et on emballe celui-ci comme s'il s'agissait d'une pièce à mouler sur modèle. Une fois le châssis emballé, on l'enlève, après l'avoir au préalable muni de bons guides, et la

partie supérieure de la pièce se trouve ainsi formée comme avec un modèle.

Il ne faut pas perdre de vue que l'arbre de trousse doit rester en place, tant que le troussage soit complètement terminé.

On applique ensuite à la planche n° 1, la planche n° 2 qui forme la partie hachurée de la figure précédente. Il faut aussi avoir bien soin de ne pas déplacer la planche n° 1 de la branche qui tourne sur l'arbre de trousse ; il suffit pour celà de desserrer la vis de pression, qui fixe celle-ci à l'arbre vertical, pour enlever la boîte avec la planche.

Les planches n°s 1 et 2 réunies servent ainsi à trousser le fond de la pièce et à lui donner tous les contours et formes qu'elle doit revêtir suivant les indications du plan de la pièce à mouler.

Pour obtenir des dimensions bien exactes, il suffit de fixer la planche principale de trousse n° 1 à la branche, par rapport aux mesures données, en prenant bien soin de diminuer chaque fois la moitié du diamètre de l'arbre de trousse et augmenter le rayon de la pièce de la partie égale au retrait qui s'effectue toujours sur la base de 8 millimètres par mètre.

Afin de s'assurer du diamètre exact du moule, il sera toujours nécessaire de vérifier celui-ci aussitôt que le

premier faux moule sera troussé ; il suffira pour celà de faire une règle bien droite, au centre de laquelle une échancrure ayant exactement le diamètre de l'arbre de trousse sera ménagée ; sur cette règle on tracera, par rapport au centre de cette échancrure, des traits qui règleront les dimensions à donner à cette partie de la pièce moulée. Exemple, fig. n° 23.

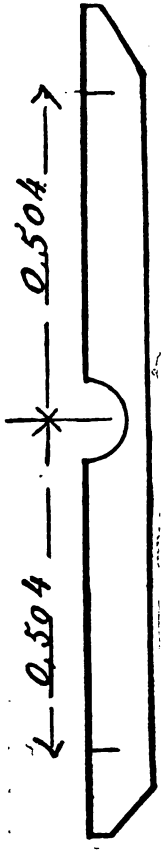


Fig. 23.

(Mesure à donner pour une pièce devant avoir un mètre de diamètre après le coulage.)

Je ne m'arrêterai pas longuement sur les différentes espèces de pièces à mouler au troussage, car comme je l'ai dit plus haut, ce travail ne s'apprend généralement qu'après que l'ouvrier mouleur sera déjà capable de travailler sur modèle, et le nombre des différentes espèces de pièces qui peuvent être fabriquées sans modèle, est si grand, que je me vois forcé de m'arrêter à quelques exemples, qui, du reste, s'appliquent généralement à toutes ces espèces, le principal système, restant à peu de chose près le même dans ses nombreuses

applications. Les poulies, les volants, les engrenages, les corps cylindriques sont en général le genre de pièces qui reçoivent l'application des principes du troussage. Ainsi la figure n° 24 représente une pièce que l'on peut assimiler aux poulies, aux volants, aux engrenages.

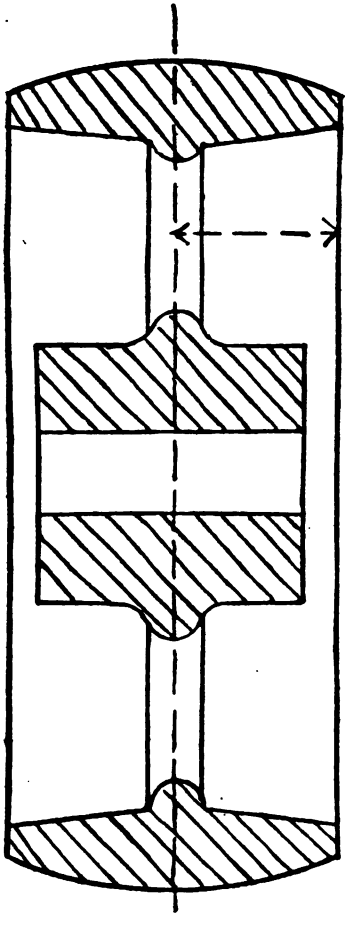


Fig. 24.

Lorsqu'il s'agit de mouler au trousseau une poulie à bras courbés, la planche n° 1 devra avoir comme hauteur, la distance qui égale le centre de l'épaisseur du bras et la partie supérieure de la jante. Exemple, fig. n° 24.

Quand cette partie qui représente le faux moule est troussée, on la

divise en autant de bras que la poulie doit avoir, et au moyen de ces sections, on trace par le concours de calibres en planche, la forme courbe du bras. Ces traits figurant la forme des bras faits sur le faux moule, doivent être assez bien accentués, afin qu'ils se reproduisent exactement sur la partie emballée formant

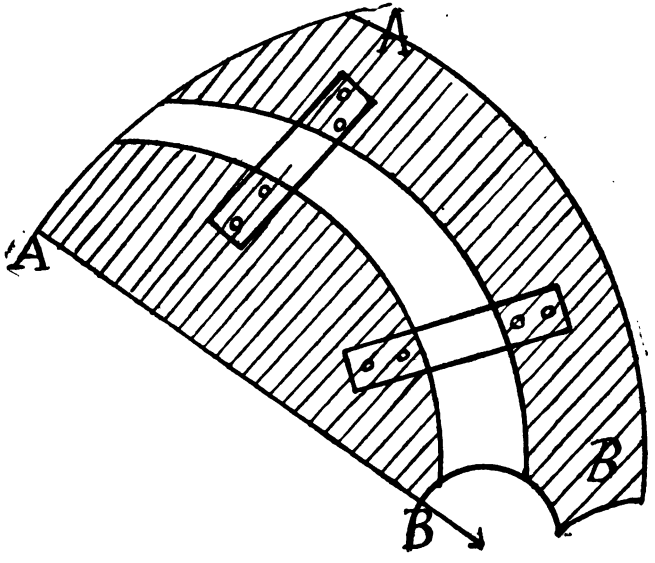


Fig. 25.

chappe, lorsque celle-ci est démoulée. Ce calibre courbé est ensuite remis en place sur la partie adhérant au châssis et au moyen d'une petite lunette qui affecte la forme du bras en courbe; on creuse celui-ci, tout en

ayant soin de suivre les contours du calibre ; les bras courbes n'ayant jamais une épaisseur uniforme, on donne à l'épaisseur des planches formant calibre, des dimensions inégales, qui font ainsi varier la profondeur du creusement du bras, puisqu'on opère sur celui-ci, avec la même lunette. Exemple, figure n° 25.

Cette figure représente les planchettes formant calibre, reliées ensemble au moyen de deux lattes vissées.

Supposez que la partie A égale une épaisseur de 15 millimètres, la partie B égale 10 millim., il se trouvera ainsi que la partie creuse qui formera l'épaisseur du bras courbé aura 5 millim. de plus à la partie B à chaque moitié de l'épaisseur du bras du côté qui se trouve le plus rapproché du centre de la poulie, puisque l'épaisseur du calibre sur lequel vient s'appuyer la lunette est de 5 mill. plus mince que du côté A qui se trouve du côté de la jante.

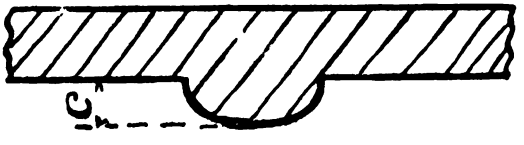


Fig. 26.

La figure n° 26 représente la lunette servant à creuser l'épaisseur des bras, la hauteur C devra être

calculée suivant l'épaisseur donnée au calibre représenté par la figure n° 25.

Le calibre n° 25 qui sert à former les bras doit toujours présenter à l'un de ses côtés figuré en D une coupe extérieure dont la prolongation de la ligne droite passe par le centre de la pièce. Ce côté droit reporté chaque fois au trait de division donne à tous les bras la même courbure par rapport à l'axe de la poulie.

La courbure des bras revêt une assez belle forme lorsqu'elle est calculée par rapport à l'axe, comme l'indique la figure n° 27.

Je suppose par exemple qu'une poulie qui a six bras courbes et un diamètre de 800 millimètres doit être moulée. Il faudra d'abord commencer par tracer le diamètre intérieur de la jante de la poulie, soit par exemple 0,780, le rayon aura donc 0,390. Avec le même point de centre on tracera un deuxième cercle plus petit dans les proportions suivantes :

Le grand rayon A égalant 0,390, le 2me égalera B = 0,210. Le rayon, de la courbure du bras est égal au petit rayon, soit 210 R = B. Le point de centre du rayon R se trouve placé sur la circonférence C. Le rayon sert à déterminer la courbure à donner aux bras ; le segment obtenu est le centre du bras de la

poulie. Pour les poulies à 6 bras, la division est égale au rayon du cercle de division.

Si la poulie doit se couper en deux parties après la coulée, il suffira pour celà de placer à leur endroit respectif des modèles de pattes de coupure munis de portées réglant la disposition des trous de boulons qui devront servir à leur assemblage.

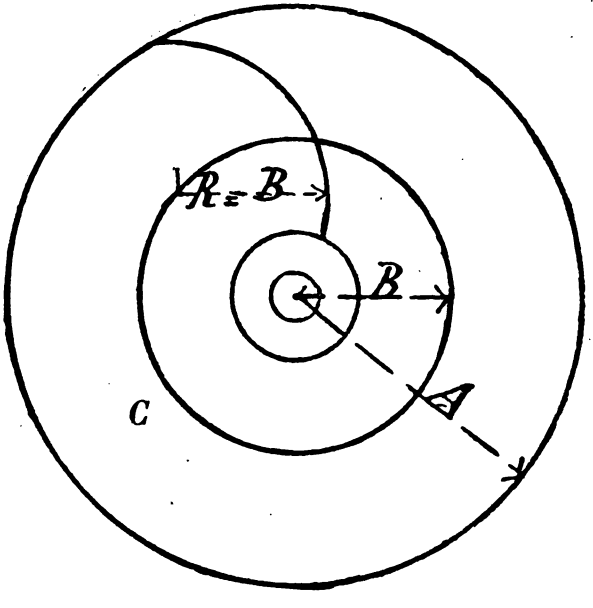


Fig. 27.

Quand tout le moule d'une poulie est terminé, on applique le principe des petits papiers que j'ai pré-

conisé plus haut à tous les contours des bras, des pattes de coupage, s'il y en a, et à la jante intérieure ainsi qu'à la partie extérieure de la jante supérieure ; après un renmoulage d'essai on acquiert ainsi la preuve que les raccords sont exacts. Il faut avoir bien soin de tirer partout des conduites d'air, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des jantes.

Il reste encore un détail à expliquer : c'est lorsqu'il s'agit du troussage de la partie inférieure du moule, c'est-à-dire celle qui se creuse dans le sol ; pour une poulie avec jante assez haute, la planche de troussage devra affecter une forme plus large du côté de l'intérieur que ne l'indique en effet l'épaisseur de la jante. Voici pourquoi.

Si on donnait à cette languette qui forme la jante du fond les dimensions de l'épaisseur de celle-ci, cette languette ne serait pas assez solide pour creuser dans le sol l'épaisseur que doit avoir cette jante, mais encore ce serait très difficile d'opérer un bon raccommodage de la jante extérieure.

Exemple figure n° 28.

La planche n° 2 aura dans le contour exact du diamètre extérieur de la poulie, et la partie intérieure donnant par la suite une plus grande largeur creusée dans le sol, on aura la faculté de réparer le moule

extérieur, quand cette partie est bien réparée on place contre cette jante, un morceau de jante en bois (fig. 29) qui est modelé d'après le contour ; et l'espace est rempli de sable foulé avec précaution dans lequel le mouleur aura encore bien soin de tirer de l'air — ce morceau

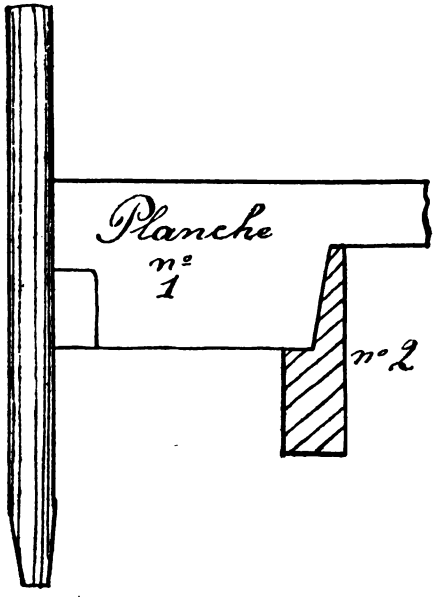


Fig. 28.

de modèle de jante sera retiré autant de fois qu'il le faudra pour faire tout le tour de la circonférence.

Puisque je traite la question des poulies je crois

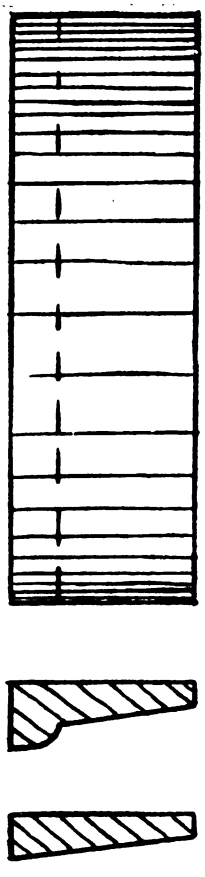


Fig. 29. Coupe et vue en plan d'une partie de modèle de jante.

utile de donner quelques explications au sujet du cassage au retrait.

Il arrive souvent que des poulies (surtout celles dont les bras sont droits au lieu d'être courbés) ont un ou plusieurs bras cassés au retrait, ainsi que parfois la jante quand la pièce est refroidie. Ce cassage au retrait se manifeste surtout quand le moyeu est de trop forte dimension par rapport aux bras ou à la jante, ou bien encore quand la jante est de trop faible épaisseur. Afin d'éviter dans la plus large mesure du possible ce cassage au retrait, il faudra que, quelques minutes après que la pièce est coulée, l'ouvrier mouleur dégage complètement le moyeu (non les bras), il videra le noyau qui se trouve au milieu du moyeu, il foncera même ce trou plus bas que le dessous du moyeu et il versera à l'intérieur de l'eau par petites quantités à

la fois, afin que ce moyeu qui constitue une forte masse de fonte refroidisse de façon à précipiter son retrait par rapport aux bras et à la jante qui, étant de plus faible épaisseur, refroidiront bien plus vite que le moyeu.

On pourra encore arriver à diminuer le danger de cassage au retrait en ménageant une chambre à l'intérieur du moyeu.

Exempl. figure n° 30.

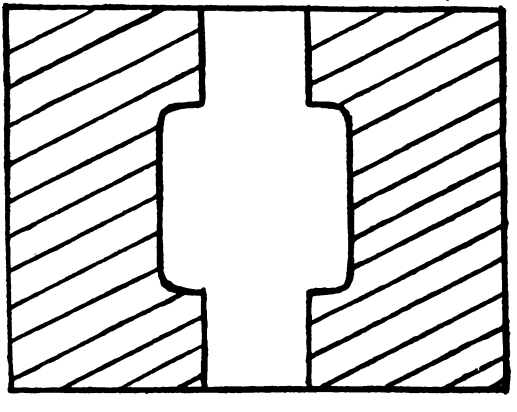


Fig. 30.

Quand la poulie doit se couper en deux, il suffira de placer les galettes de coupage de façon que le moyeu soit pour ainsi dire coupé totalement en deux parties, ou tout au moins qu'il ne reste à l'endroit du trou que juste l'épaisseur de fonte suffisante à l'alé-

sage. Cette épaisseur ne dépassant pas 4 à 5 millimètres cèdera d'elle-même sous la tension des bras et ceux-ci pourront effectuer leur retrait en retirant avec eux les deux demi-moyeux.

Exemple figure n° 31.

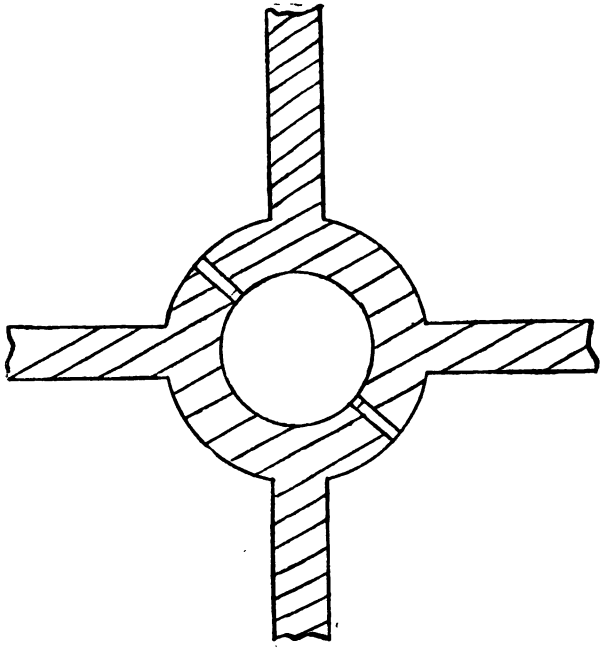


Fig. 31.

Ces différentes observations s'appliquent naturellement tout aussi bien aux volants qu'aux poulies.

Pour éviter le cassage au retrait des volants à jantes

épaisses, il suffit pour cela de déblayer le sable tout autour de la jante, quelque temps après le coulage de la pièce, afin de précipiter le refroidissement de cette grosse masse de fonte qui constitue la jante, et la ramener ainsi proportionnellement au même degré de chaleur que les bras et le moyeu.

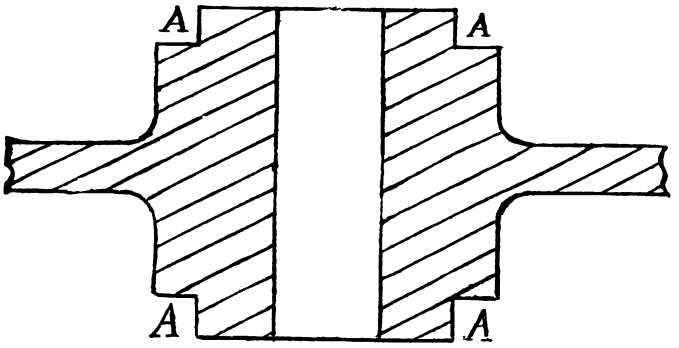


Fig. 32.

A. Partie réservée pour placer les frettes en fer forgé.

Les volants à bras droits ne présentent pas tant de résistance aux chocs quand il n'y a pas de coupage soit au moyeu, soit à la jante.

Il importe donc que les volants qui ne se coupent pas en deux pièces après la coulée, devront avoir pour plus de sécurité, tout au moins le moyeu divisé en deux. Celui-ci pourra toujours être reconsolidé au moyen de frettes mises à chaud, ou au moyen de boulons d'assemblage.

Il est même du devoir du fondeur de faire observer au mécanicien constructeur qu'il y a avantage au point de vue de la force et de la sécurité à avoir le moyeu coupé, afin que celui-ci choisisse son mode de consolidation.

Exemple d'un moyeu coupé en deux et fretté (figure n° 32).

Le mouleur aura toujours bien soin de pomper dans les moyeux des poulies et volants, ainsi que dans les jantes des volants ; car il arrive souvent que les moyeux sont pourris ou pleins de retraits qui diminuent sensiblement la force de la pièce, sinon la font parfois rebuter. Il arrive parfois qu'on éprouve beaucoup de difficultés pour séparer en deux la jante des volants, à cause qu'on doit toujours laisser une certaine épaisseur de fonte à casser tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la jante. Il existe cependant un moyen bien simple d'obtenir un coupage propre, sans avoir besoin de buriner, ni forer cette épaisseur. Exemple, figure n° 33.

La partie *A* de la jante représente le vide laissé par la galette de coupage, la partie hachurée représente l'épaisseur de la fonte. Cette épaisseur de fonte doit encore être relativement forte pour empêcher le volant de se couper au retrait, car il pourrait arriver dans ce cas, qu'en refroidissant après un coupage au

retrait, le volant, engrenage ou poulie pourrait bien s'ovaliser, et lorsqu'il s'agirait d'assembler les deux parties, celles-ci ne se présenteraient pas bien.

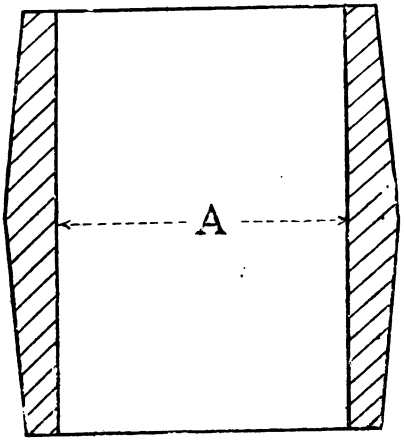


Fig. 33.

D'autre part, l'épaisseur de fonte laissée du côté extérieur de la jante doit être suffisante pour qu'il ne se trouve d'autre séparation que celle produite par la cassure, après le tournage et polissage de la pièce.

Ces diverses considérations entraînent donc forcément l'obligation de laisser subsister une certaine force à la jante, qui l'empêche ainsi de se couper seule au retrait.

Voici donc le meilleur moyen d'opérer cette division:

1° Il faut d'abord commencer par opérer du côté du moyeu, quand celui-ci n'est pas déjà coupé de lui-même par le cassage au retrait, il suffit pour cela d'introduire des coins d'acier dans la coupure et les enfoncer avec précaution, tout en ayant bien soin que le volant pose en même temps sur le moyeu comme sur la jante; quand on s'aperçoit que le moyeu veut céder, il faut

prendre de l'eau froide, en verser continuellement, mais en petite quantité à la fois à chaque division de la jante (il est bien entendu que cette opération se pratique pendant que la pièce est encore très chaude, c'est-à-dire le lendemain de la coulée). Le refroidissement amené par cette opération amène pour ainsi dire chaque fois la rupture de la jante à son endroit le plus faible, c'est-à-dire à la coupure.

Ce procédé a cet avantage, c'est que la coupure est très nette et que les deux morceaux de jante ne présentent pas d'écrasements faits par les coins, comme cela se présente parfois quand il faut agir avec force, pour obtenir la division.

Cette opération ne se pratique naturellement pas sur les poulies à jantes minces ; ce genre de pièce demande plus de précaution et est souvent l'affaire du constructeur chargé du parachèvement, et qui préfère parfois opérer le coupage en deux après le tournage de la pièce.

Pour le cassage à l'eau froide, il faut avoir bien soin que le volant pose bien partout, car par le choc qui se donne lors de la séparation, il arrive que les deux parties se distancent de plus de dix centimètres.

TRACÉ PRATIQUE DES ENGRENAGES

Les engrenages sont certainement le genre de pièces pour lesquelles le troussage présente le plus d'avantages, car un engrenage moulé au trousseau est certainement toujours plus juste et mieux conditionné que quand il est fabriqué sur modèle. Moulée sur modèle, la denture d'un engrenage ne pourra jamais atteindre le même degré de perfection qu'avec le trousseau, parce que l'ébranlage du modèle, la dépouille donnée aux dents, le raccommodage de celles-ci sont autant de causes de difformités qu'il sera toujours impossible de supprimer avec ce mode de moulage.

D'abord : une fois le moule de l'engrenage bien établi (non compris la denture), l'ouvrier mouleur placera un cercle en bois d'un diamètre plus grand que l'extérieur de la denture. Au moyen de la planche à trousser qui sera toujours bien d'équerre par rapport à l'arbre, il

tracera une circonférence quelconque, qu'il divisera mathématiquement juste, au moyen d'un compas, en autant de parties que l'engrenage comportera de dents. La dent qui sera formée dans une boîte dont une description suit, viendra *(après être complètement réparée et avoir même reçu la couche de noir d'étuve)* se placer sur le fond et contre une paroi troussée bien ronde, et proportionnée suivant les dimensions réservées à la boîte.

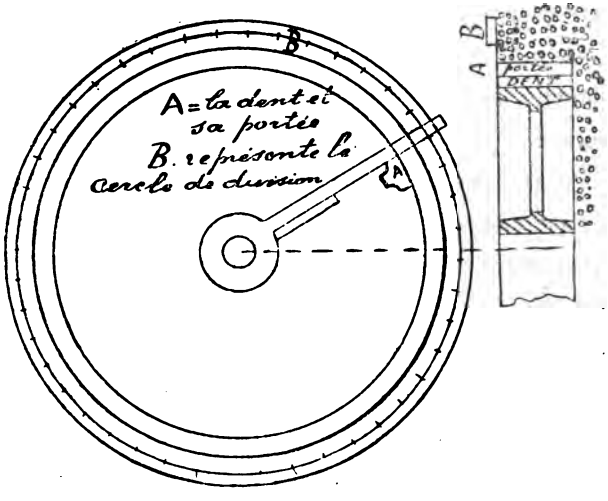


Fig 34.

Chaque fois qu'une dent sera placée, l'ouvrier s'assurera au moyen de la planche à trousser si celle-ci occupe bien la place lui assignée par la division qui se

trouve sur le cercle extérieur. Il va de soi que la planche à trousser devra être fixée très solidement à la boîte de troussage surtout pour les roues de grande dimension afin qu'elle ne fléchisse pas. Cette vérification se produisant au placement de chaque dent, il est immanquable que la dernière comme la première devra se trouver à la place lui assignée au cercle de division. De temps à autre l'ouvrier devra s'assurer, au moyen d'un équerre disposé au fond du moule et contre la dent placée, si la planche n'a pas dévié (fig. n° 34).

Un moyen qui sert aussi à vérifier l'équerre de la planche est de dégaucher celle-ci avec l'arbre de trousse.

Ce système de formation des dents présente aussi cet avantage, d'obtenir des dentures à arêtes bien vives, car il est immanquable que la dent étant appliquée séparément sur un fond terminé, il ne sera plus nécessaire à l'ouvrier que de donner un simple coup d'outil entre celles-ci pour faire disparaître la faible séparation qui pourrait se marquer après le coulage.

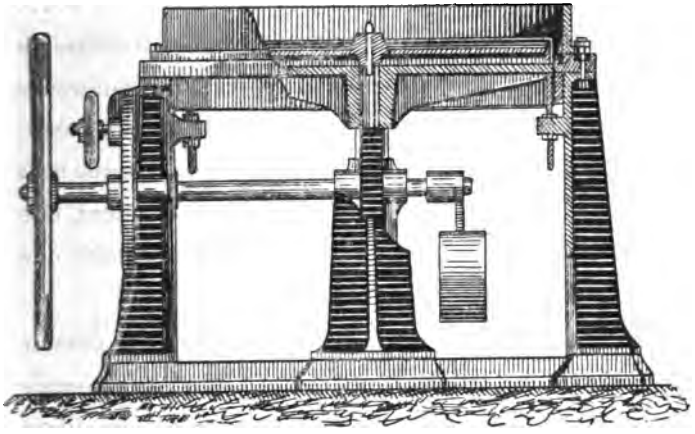
Pour diviser une roue dentée, il suffit de multiplier le diamètre obtenu sur le cercle en bois par 3,1416, le résultat est la circonférence ; cette circonférence sera ensuite divisée par le nombre de dents que comporte l'engrenage. Ainsi une roue dont le diamètre tracé sera

de 2 mètres 10 centim. aura $2^m10 \times 3{,}1416 = 6^m5973$. Le nombre de dents à placer étant de 110, il suffira de diviser le nombre de dents à placer par la circonférence obtenue, ainsi $6^m5973 : 110 = 0.0599$; la fraction négligée devra encore pratiquement se porter à chaque trait de division, sans quoi, réunie sur une seule dent, elle constituerait une différence d'autant plus notable que le nombre de dents serait élevé.

Si je rappelle ici une formule si simple pour obtenir une division d'un cercle quelconque, c'est que comme il est dit dès le début de ce traité, l'ouvrier mouleur n'est pas souvent, de par sa nature, disposé à étudier la moindre théorie que ce soit, et sur vingt mouleurs en sable, dix n'ont jamais seulement connu la formule usitée pour obtenir une circonférence, et la presque totalité des dix autres l'a oubliée quand il s'agit de la mettre en pratique, car lorsqu'il est appelé à s'en servir, il y a pas mal de temps qu'il a quitté l'école.

On comprendra donc toute l'importance de ce traité, qui ne sera pas pour l'ouvrier mouleur ce que sont la plupart des autres publications de cette espèce, hérissées de mots techniques et peu engageants pour le décider à quitter la vieille routine et marcher dans la voie du progrès.

Pour la fabrication des engrenages, différents modes



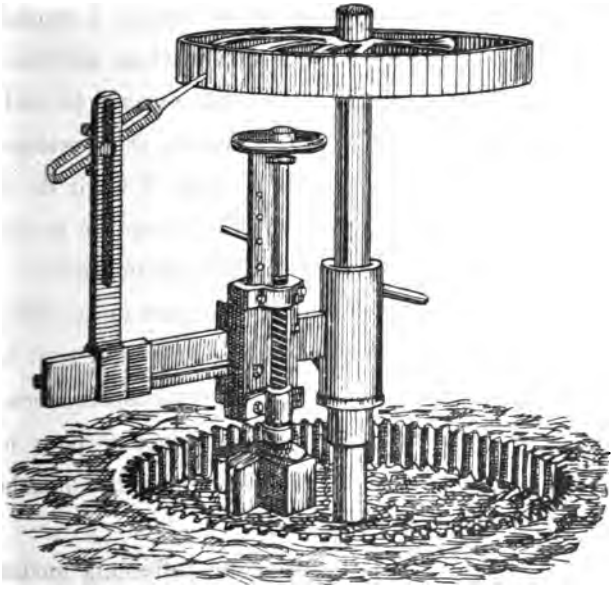


Fig. 35 et 36. Machines à mouler les roues d'engrenage.

d'application ont déjà été employés avec plus ou moins de succès. Diverses machines à diviser la denture ont été inventées, malheureusement jusqu'à présent elles n'ont pas présenté d'avantage réel et économique sur le système préconisé plus haut.

Les appareils Cadillac, Rotwell, Jackson. etc., qui ont été préconisés il y a déjà longtemps en Angleterre et en France, n'ont guère réussi à faire école en Belgique, et dans la plupart des fonderies belges, on en est resté au système de division sur cercle au moyen de la trousse. Pour confectionner la boîte qui doit servir à former les dents qui constituent la denture d'un engrenage, il importe surtout qu'une étude pratique du tracé des engrenages soit faite tout aussi bien par l'ouvrier mouleur que par l'ouvrier modeleur qui est chargé de confectionner ces boîtes.

Ces machines à diviser présentant certains avantages, je crois être utile aux lecteurs, en publiant ici quelques spécimens de ces machines (fig. n°s 35-36).

L'engrenage le plus communément fabriqué est sans nul doute l'engrenage ordinaire, c'est-à-dire à denture droite, la figure n° 37 donne une description de la façon dont est formée la dent d'un engrenage droit.

Je n'entrerai pas ici dans la question de moulage de la pièce proprement dite. Par les explications qui précèdent dans le chapitre du troussage ou moulage sans modèle, l'ouvrier mouleur a pu se rendre compte des procédés à employer, pour fabriquer, au moyen de la planche à trousser, toutes les différentes parties d'un engrenage, sauf pour la denture qui doit faire ici l'objet d'une étude toute spéciale.

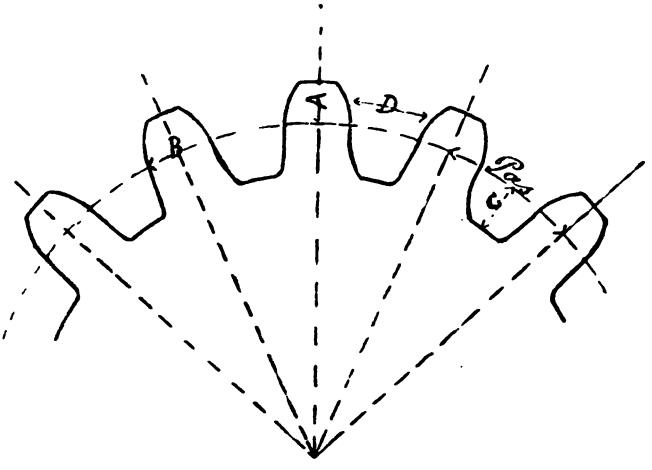


Fig. 37.
B = 7/15 du pas. D = 8/15 du pas. A = 5/8 de B. C = 7/8 de D.

Comme il est expliqué au début du chapitre des engrenages, une partie qui formera portée sera troussée à un diamètre plus grand que celui de l'extérieur des dents. C'est dans et contre cette portée que viendra

se placer la dent, formée séparément dans une boîte.

Pour fabriquer une boîte à dent, il faudra d'abord que le modeleur calcule le pas, pris sur le diamètre extérieur de la partie représenté en A sur la figure

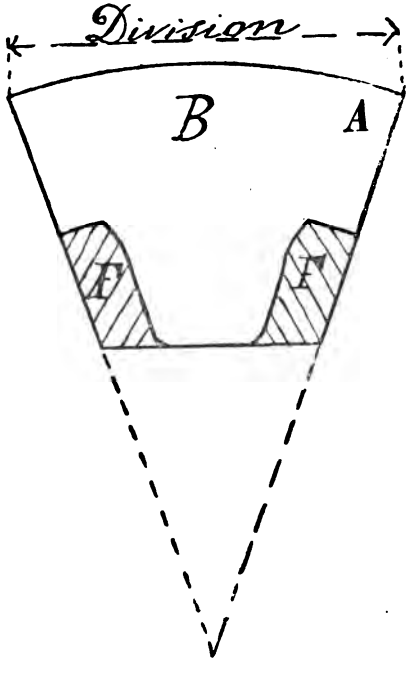


Fig. 38.

n° 38; en supposant que le diamètre égale 2 mètres, la circonférence égalera donc $2 \times 3{,}1416 = 6{,}283$ *mil.* le nombre de dents étant de 110, le pas $= 0{,}0571$. Chacun des points de division étant ramené vers le

centre formera ainsi la coupe qui sera donnée à la boîte (fig. n° 39).

Cette figure représente deux parties en bois *B* qui placées sur une partie en bois ou en fer, rabottée et bien droite, déterminera la hauteur à donner à la dent suivant les indications du plan (exemple fig. n° 38).

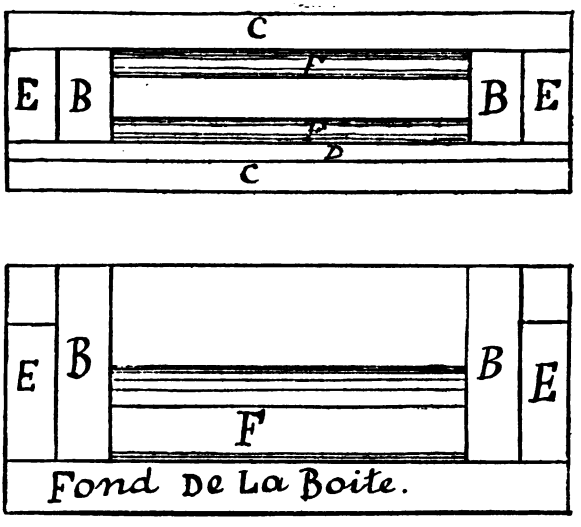


Fig. 39.

Chacun des côtés de la boîte, sera formé par des règles *C* bien droites et solidement fixées au fond de la boîte qui détermineront la coupe inclinée par rapport à la partie *B;* toutefois une de ces règles sera fixée à une distance plus large que les parties B, afin de permettre

d'introduire dans l'intervalle une réglette D qui puisse servir à caler les parties B qui elles-mêmes viendront s'appuyer sur des parties E fixées solidement à la base. La boîte ainsi constituée représentera désormais la partie dans laquelle deux demi-dents en bois qui forment le creux de sable qui sera rempli de fonte à la coulée et qui auront exactement les dimensions que devra avoir la dent en fer de l'engrenage.

Les parties B D F de la boîte ne sont pas fixées, elles sont à démonter et lorsque la dent est emballée de sable, on imprime un choc à la réglette D, qui est cône, et le tout se démonte et laisse apparaître une dent bien formée et exempte d'arrachement ; lorsque deux ou trois dents sont ainsi formées, on les place et on les vérifie avec la planche de division ; si après quelques dents placées on s'aperçoit que la planche ne coïncide pas exactement avec chaque point de division tracé sur le cercle extérieur, on corrige les parties B, tant que celles-ci se présentent bien à la division ; après un nouvel essai définitif, le mouleur peut continuer à emballer les dents, qu'il noircit d'une couche de noir d'étuve, et qu'il place ensuite dans le moule en ayant bien soin de vérifier la division après chaque dent placée, la dernière dent prendra exactement sa place comme la première.

Il reste bien entendu qu'avant de placer les dents, le moule de l'engrenage sera complètement terminé et passé à la couche, le mouleur passera avec précaution un coup d'outil entre chaque dent placée; ainsi constitué un engrenage présente toutes les garanties de justesse et de beauté désirable. Il faut aussi avoir bien soin, après que deux ou trois dents sont placées, de vérifier le diamètre exact de la denture.

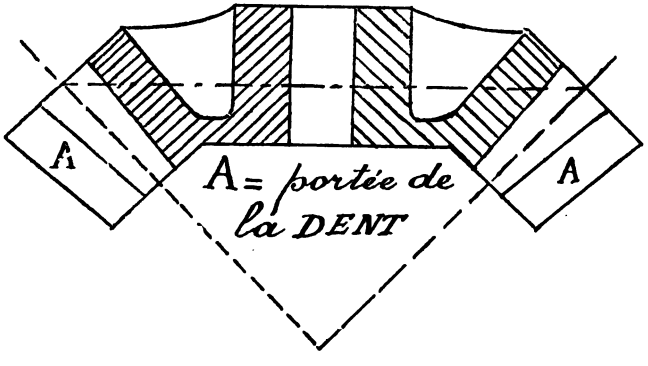


Fig. 40.

Le même principe est employé pour les engrenages coniques. Seulement les deux parties B de la boîte ne seront pas égales puisque les deux diamètres primitifs n'ont pas les mêmes dimensions.

(Voir tracé d'un engrenage conique à dents en fer. Fig. n° 40).

Chacune des parties B de la boîte sera calculée

d'après les diamètres respectifs de la roue conique, ainsi que les dents qui se placent également par moitié au fond de la boîte, il est tout naturel que les deux diamètres n'étant pas les mêmes pour un même nombre de dents, celles-ci devront subir la différence par rapport aux diamètres primitifs (fig. n° 41).

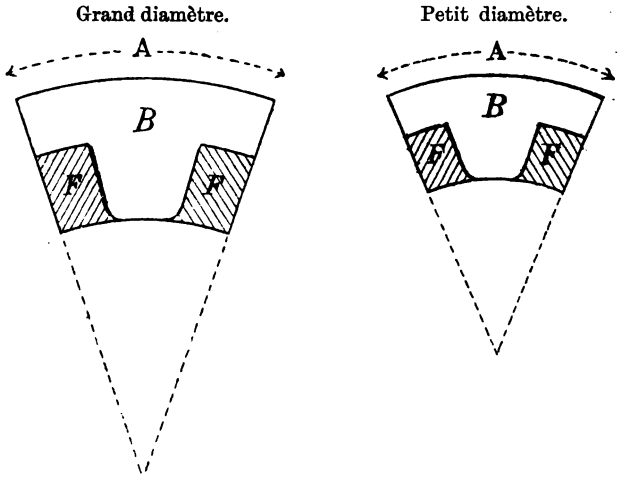


Fig. 41.

Le même principe est employé pour toutes les espèces d'engrenages, c'est-à-dire que la boîte principale repose sur les mêmes principes, il suffit de donner la forme des dents aux parties détachées qui constitueront la dent qui devra également être vérifiée en place au moyen de la division tracée sur un cercle et centrée par rapport à l'axe de l'engrenage à mouler.

Du séchage des moules.

Quand un moule d'une pièce fabriquée suivant modèle ou au trousseau est terminé, il importe de rechercher le mode le plus économique de séchage à employer.

Jusqu'à présent les fonderies belges se sont peu ou point servies des différents appareils qui ont été inventés et dont l'auteur de la « Fonderie en France » donne une description assez complète.

Est-ce à la qualité du sable belge ou à sa manipulation que l'on doit attribuer cet abandon d'appareils de séchage en Belgique ?

Il ressort à l'évidence que le meilleur mode de séchage à employer, quand c'est possible, est celui de renfermer les châssis ou pièces de rapport dans les étuves ou séchoirs.

Quant aux moules qui ne sont pas transportables, il n'y a guère que les feux ouverts de cokes répandus sur des tôles et disposés au-dessus de la partie du fond qui puissent donner une chaleur assez puissante pour amener un séchage suffisant pour recevoir la fonte en fusion. La tôle sur laquelle est établi le feu s'échauffe et communique la chaleur aux parties du fond, tandis que la chappe ou châssis supérieur qui

est disposée au-dessus du feu reçoit la chaleur directe de celui-ci.

Il est tout naturel que pour certains moules, de simples poëles cylindriques en tôle suffiront au séchage des parois ; du reste l'ouvrier intelligent juge immédiatement de l'emploi du mode de séchage qu'il doit user pour amener une dessiccation la plus prompte et la plus complète possible.

Il arrivera même que lorsque les moules à sécher seront très petits et n'auront pu être transportés au séchoir ou étuve, il suffira de couler un simple lingot de fonte à la première fusion du cubilot et de le suspendre au dessus du moule à sécher. Cette pièce devra naturellement être apprêtée pendant la coulée, attendu qu'elle aura dû subir le séchage au moyen de fonte sortie du cubilot en activité.

De l'apprêt et du coulage d'un moule.

Quand un moule est prêt à être coulé, qu'il est bien nettoyé et que toutes les dispositions sont prises pour assurer la sortie de l'air et le placement des noyaux, on renmoule le châssis supérieur ou chappe. Si celle-ci constitue un châssis complet, s'adaptant à celui du fond, on clavette toutes les pattes avec précaution, c'est-à-dire qu'une clavette ne doit pas être définitivement chas-

sée à fond du premier coup. L'ouvrier commence d'abord par serrer tout doucement toutes les clavettes du châssis et quand un premier serrage est effectué, il cale suffisamment toutes les clavettes, afin que celles-ci ne laissent pas soulever le châssis par la pression qui se produit au moment de la coulée.

Ce mode de calage est nécessaire, car s'il était procédé à un premier calage définitif à chaque clavette, il s'ensuivrait quelquefois que le châssis prendrait une position qui ne lui permettrait pas de joindre dans toute sa surface à la partie supérieure du moule ; il est tout naturel que les premières clavettes placées, attireraient à elles le châssis qui ne pourrait reprendre convenablement sa place par le calage des clavettes disposées de l'autre côté.

Pour les moules dont la partie inférieure est creusée dans le sol et dont, par conséquent, la chappe ne peut être clavetée, l'ouvrier devra procéder de la même manière pour le chargement que pour le clavetage, c'est-à-dire que la charge devra toujours porter le plus possible sur le centre du châssis, afin que le poids qui doit maintenir celui-ci en place pour le coulage puisse faire sentir ses effets sur toute la surface du châssis et éviter ainsi le jeu de bascule qui pourrait se produire si la charge portait seulement sur un des côtés.

Une condition essentielle de la propreté des pièces coulées dépend aussi de l'évasement ou du bassin destiné à recevoir la fonte qui doit s'introduire dans le moule.

Beaucoup de mouleurs ne sont pas assez méticuleux à ce sujet. Ils doivent toujours arranger cet évasement ou bassin de façon à ce qu'une certaine quantité de la fonte qu'il reçoit reste dans le fond avant de s'introduire dans le conduit qui l'introduit dans le moule.

Cette fonte servira à amortir le choc que le bassin ou évasement reçoit par le vidage continu de la poche à couler et elle l'empêche ainsi de se détériorer. L'ouvrier préposé au maniement de la poche à couler, devra toujours arrêter le coulage sitôt que les évents de remonte se seront emplis. Toutefois, il sera toujours bon de reverser encore un peu de fonte dans le moule un instant après le premier arrêt, afin de donner une pression qui est destinée à remplir des globules qui pourraient produire des soufflures. Il sera aussi nécessaire, pendant le coulage, de tenir bien plein de fonte l'évasement ou le bassin afin que les crasses qui auraient pu passer à l'écrémage et qui surnagent toujours, soient empêchées de s'introduire dans le conduit et de se répandre ainsi dans la pièce coulée. L'ouvrier mouleur ménagera aussi ses évents de trop plein de façon qu'il

reste un peu de fonte dans l'évasement ou bassin, afin que cette fonte empêche la crasse de descendre dans le moule.

Une opération qui malheureusement n'est pas toujours bien effectuée dans les fonderies, c'est l'écrémage. L'écrémage est souvent confié à des gamins, surtout dans le coulage des petites pièces, et l'on sait si ceux-ci apportent toujours les soins voulus à une besogne aussi sérieuse ; c'est pourquoi l'ouvrier mouleur devra bien veiller à ce que l'écrémage soit fait dans les meilleures conditions possibles,car il a souvent sous les yeux des exemples de nombreux rebuts de pièces occasionnés par un écrémage défectueux.

Une disposition aussi très bonne à observer, c'est dans les proportions à donner aux jets de coulée ou de remonte. Les dimensions à donner aux jets de coulée ou de remonte ne devront jamais dépasser les épaisseurs de la pièce à l'endroit où ils seront adhérents à celle-ci. — Au contraire, elles devront toujours être en-dessous de celles données à la pièce et ils se relieront à celle-ci au moyen de petits congés. Un jet de coulée ou de remonte qui se trouve être plus gros que l'épaisseur à laquelle il est assujetti, provoque très souvent un enlèvement dans cette épaisseur lorsqu'il doit être cassé à l'ébarbage.

Un bon système de jet de coulée à employer, surtout quand il s'agit de pièces à dresser ou à aléser, c'est le suivant : il consiste, comme la fig. 42 l'indique, à avoir deux tiges reliées entre elles, au fond, par un conduit creusé dans le sable. Dans ce conduit, il sera ménagé les parties de coulée qui communiquent direc-

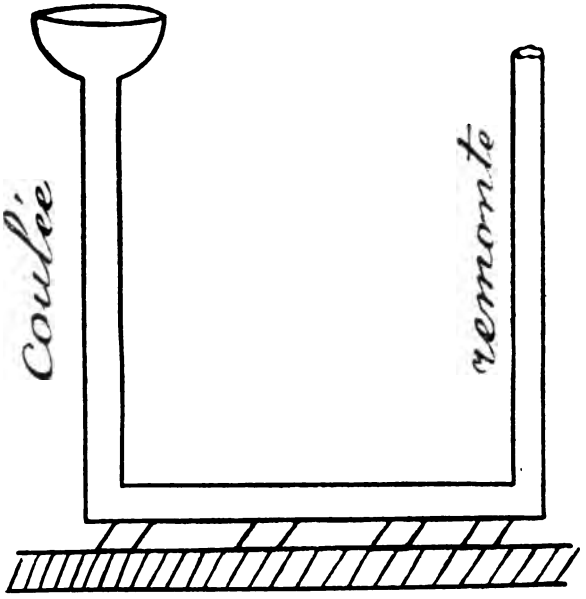


Fig. 42.

tement à la pièce, de façon que celles-ci se trouvent toujours en contrebas du conduit principal. Il suffira, pour obtenir ce résultat, de relier les deux tiges princi-

pales du côté de la chappe et de faire les communications de coulée au fond.

Une seule des tiges servira à recevoir la fonte provenant de la poche, et par sa pression, il s'ensuivra que la crasse sera toujours chassée vers l'autre conduit qui servira de cheminée d'appel; les communications de coulée du fond ne donneront ainsi passage qu'à une fonte bien écrémée.

Un autre système de coulée est aussi usité dans quelques fonderies ; quoiqu'il repose sur le même principe que le précédent, il en diffère en ce sens que la coulée principale alimente une espèce de réservoir (parfois deux), qui sert également de cheminée d'appel à la crasse et qui alimente alors directement la coulée adjacente à la pièce.

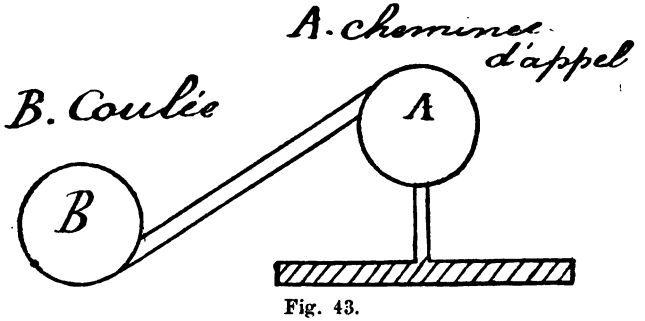


Fig. 43.

La fonte lancée dans cette cheminée d'appel tourbillonne en spirale qui pousse vers la sortie la crasse de

fonte qui cherche toujours à flotter vu sa légèreté par rapport à la fonte, celle-ci se trouve ainsi épurée et passe dans le moule débarrassée, si non de toute, au moins d'une bonne partie de la crasse.

Exemple. Figure n° 43.

Il sera toujours bon aussi, quelques instants après que la pièce est coulée et pompée, s'il y a lieu, de casser à chaud les masselottes de fonte qui se trouvent au-dessus des jets de remonte ; ceci principalement pour éviter le cassage au retrait de la pièce, et aussi pour faciliter l'enlèvement de la chappe, le lendemain de la coulée.

Avant d'abandonner la partie du moulage en sable proprement dit, il me reste encore une recommandation à faire à l'ouvrier mouleur. Quand le lendemain de la coulée, il enlève sa pièce pour la transporter à l'atelier d'ébarbage, il fera bien de ne pas casser à la fonderie les bavures qui garnissent la pièce quand elle sort du moule. Malheureusement cette habitude de faire un demi-nettoyage à la fonderie, a sa base principale dans l'amour-propre du mouleur qui aime à transporter sa pièce le plus possible dépouillée des matières qui la déparent. L'ouvrier devrait cependant réfléchir que ces bavures qu'il s'obstine si volontiers à casser sur le lieu même du moule, sont autant de matières contraires à la bonne qualité du sable, qui quelques instants

après devra encore recevoir les mêmes manipulations que celles nécessitées par les pièces qu'il vient de terminer. Et puis ce sable si excessivement brûlé qui adhère plus ou moins à la pièce coulée est aussi de nature à amoindrir considérablement la bonne qualité du sol

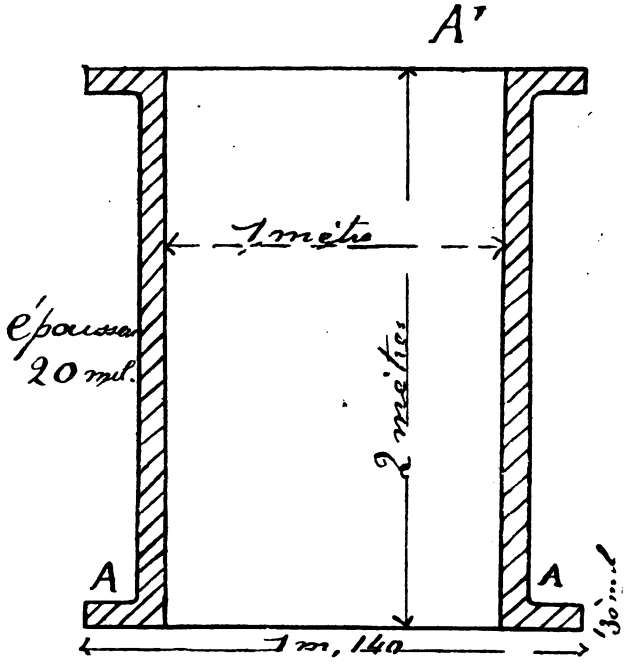


Fig. 44.

de la fonderie. Enfin comme dernière observation, il arrive aussi que ce demi-nettoyage entraîne quelquefois la perte ou la dépréciation de la pièce par suite

d'arrachements mal déterminés, soit des jets de coulée ou de remonte ainsi que des bavures.

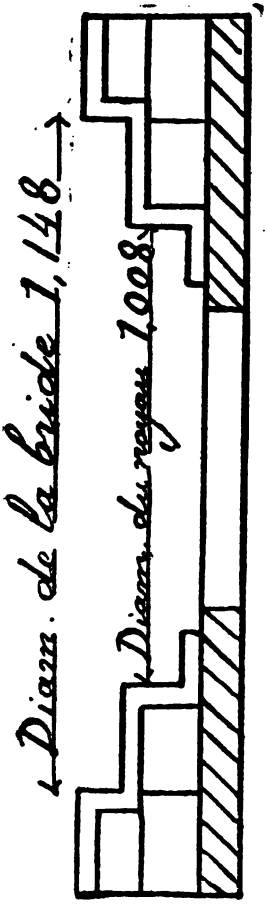


Fig. 45.

Je crois devoir encore attirer l'attention du lecteur sur un certain genre de pièces qui peuvent se fabriquer dans des conditions d'économie réelle au point de vue du moulage et pour lesquelles il serait trop onéreux, si non impossible, de faire des modèles, je veux parler des corps cylindriques, tels que compteurs à gaz, calandres et réchauffeurs de sucrerie ; un seul exemple suffira du reste à en démontrer le système.

Voir figure n° 44.

Il faudra d'abord commencer par fabriquer le fond de la pièce sur une armature séparée, cette assise sera troussée en briques et en mortier de sable. Cette partie ainsi préparée et rentrée au séchoir, elle profite de la

chaleur commune aux autres pièces ou noyaux et ne nécessite donc pas de fer spécial.

Exemple figure n° 45.

Si la bride A est très large, comme le cas se présente parfois, il sera bon de recouvrir cette bride d'une armature de fonte qui aura reçu au préalable une couche de mortier d'environ 25 millimètres d'épaisseur, le diamètre intérieur de ce cercle égalera, après troussage, le diamètre extérieur de la pièce à mouler.

Fig. 46.

Exemple figure n° 46.

Ces deux parties ainsi troussées seront parachevées et mises au noir d'étuve. On attachera ensuite le fond et on le posera dans la fosse après s'être assuré au préalable que le sol est bien foulé et présente assez de résistance pour tenir à la pression de la fonte lors de la coulée. Ce fond se mettra le plus possible de niveau afin d'avoir une base à suivre lorsqu'on laissera descendre le noyau en place qui lui-même devra être descendu également bien de niveau. Il reste bien entendu que la bride troussée dans ce fond est recouverte de l'armature (figure n° 46).

Pendant que l'ouvrier aura construit cette partie de la pièce, on aura pris d'autre part ses dispositions pour fabriquer le noyau d'intérieur qui servira à la fois de modèle. Ce noyau sera maçonné en briques dures posées sur une armature dont la force variera suivant l'importance de la pièce ; il sera fabriqué suivant les principes expliqués au chapitre intitulé *du noyautage*. Une fois que ce noyau sera bien séché, on s'assurera une dernière fois s'il revêt bien les dimensions de la pièce à construire y compris le retrait; l'ouvrier l'enlèvera au moyen de la grue et le laissera descendre dans la portée réservée à cet effet au fond de la pièce.

Le noyauteur qui aura fabriqué ce noyau, aura bien soin de trousser d'une façon bien droite la partie supérieure de ce noyau représentée à la figure n° 44 par la lettre A^t. On saura plus loin pourquoi cette observation est nécessaire.

L'épaisseur de la pièce sus indiquée étant de 20 mil., l'ouvrier mouleur appliquera contre ce noyau des règles de 20 mil. d'épaisseur. Ces règles seront distancées de 10 à 12 centimètres. Si à cette pièce il se trouve des pattes doubles ou tubulures, leur place respective sera tracée sur le noyau modèle et appliquée au fur et à mesure de l'avancement du travail. Une fois ces précautions prises, le mouleur appliquera du bon sable contre et entre les

règles d'épaisseurs il foulera tout à l'entour du noyau modèle tout en prenant ses précautions pour que les parois de la fosse ne cèdent pas ; à chacune des poses de sable, il entourera le pourtour d'une rangée de gueuses de fonte, à moins que le sol ne soit muni d'une bonne cuve, et de temps à autre, il piquera des trous d'air sur tout le pourtour, de façon que l'air des parties inférieures se ramène à la surface ou à l'extérieur du moule. La hauteur du noyau étant calculée pour que celui-ci dépasse d'environ 50 millimètres la hauteur de la pièce, il suffira, une fois que la fosse est tout à fait comblée, de faire fabriquer une planche de trousse qui, pivotant sur un centre appliqué juste au milieu du noyau et glissant sur la partie plane de celui-ci, comme il est indiqué à la partie A[t] de la figure n° 44, servira à trousser dans le sable et tout autour du noyau modèle, la bride supérieure. Ce travail achevé on fera sortir du sable le

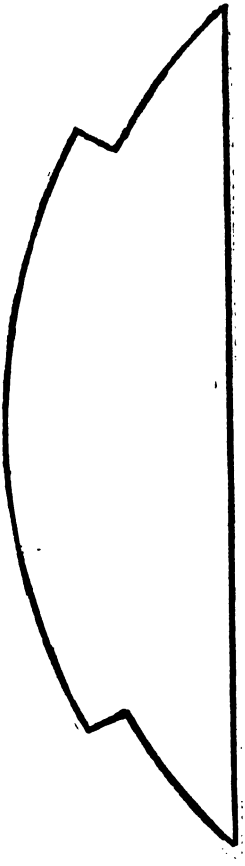


Fig. 47.

noyau qui, sous les efforts de la grue, glissera dans les règles qui resteront emballées dans le sable. L'espace de sable laissé entre celle-ci sera creusé au moyen d'une petite planchette qui, glissant sur chaque règle, donnera un contour régulier à la pièce (fig. 47).

Après cette opération, le mouleur n'a plus qu'à enlever les règles d'épaisseur et parachever le moule.

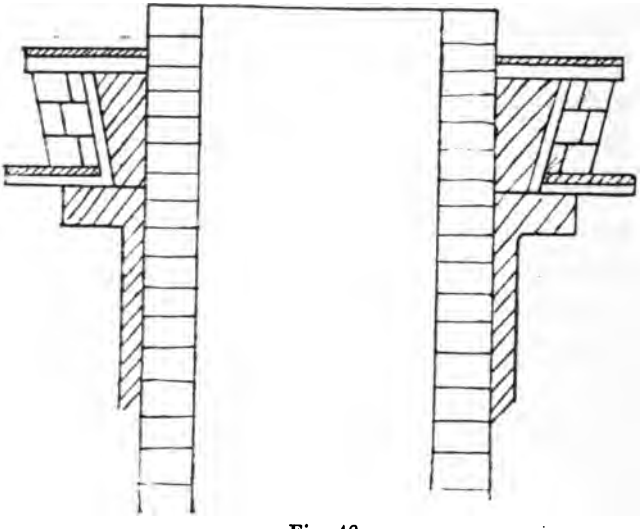


Fig. 48.

Pendant ce temps, le noyauteur s'occupe de faire la toilette du noyau et le rentrer au séchoir. Le moule de cette pièce sera séché naturellement sur place au moyen de réchaud. La bride supérieure sera recouverte au moyen d'une armature en fonte enduite d'une couche de mor-

tier dans laquelle seront réservés les évents. Si cette pièce nécessite une fausse volée, celle-ci se trouvera fabriquée dans l'armature qui sert de couvercle à la bride. Dans ce cas, un second couvercle sera nécessaire pour couvrir la fausse volée (fig. 48).

Quand ce genre de pièce revêt des dimensions assez fortes, qu'elle dépasse 2 m. de diam. par exemple ou que la hauteur pourrait amener des difficultés au point de vue de la sortie du noyau hors du sable, on peut procéder de la manière suivante.

Opérer exactement comme le cas ci-dessus indiqué, sauf qu'au lieu d'employer des règles d'épaisseur, on troussera sur le noyau, après qu'il aura été séché sur place, une fausse épaisseur de sable (mortier) qui se détachera facilement lorsqu'on aura eu soin d'enduire avant son application sur le noyau principal, les parois de celui-ci, d'une couche de fine cendrée de foyer rendue liquide par l'adjonction d'une certaine quantité d'eau. Cette épaisseur sera très faible en dessous, mais à la partie supérieure du noyau, elle égalera l'épaisseur de fonte que devra avoir la pièce lors du renmoulage (exemple fig. 49).

Cette fausse épaisseur donnera ainsi du cône au noyau modèle et facilitera sa sortie du moule.

Quand la pièce est assez haute, il sera prudent de

soulever le noyau lorsque le mouleur aura comblé environ la moitié de la fosse afin de dégager la partie inférieure, ce qui facilitera la sortie totale.

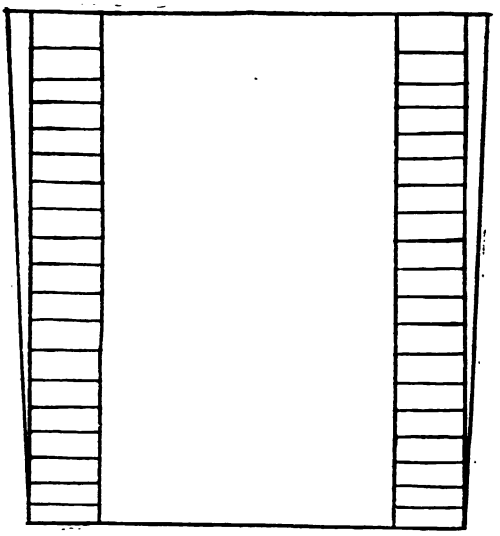


Fig. 49.

Dans ce système, il sera alors nécessaire d'avoir un arbre de trousse qui par sa hauteur devra être fixé au fond de la fosse et au-dessus au moyen d'une traverse quelconque, et lorsque le noyau modèle sera sorti du sable, le moule devra être retroussé à la planche, afin de faire disparaître le cône laissé par la fausse épaisseur. L'apprêtage de la pièce reste le même que pour le cas précédent, sauf pour ce qui concerne la bride supérieure

qui pourra être troussée en même temps que le corps de la pièce.

Ce genre de moulage présente cet avantage sur le moulage en terre, c'est qu'il n'a pas cet inconvénient de laisser après le coulage des traces de briques et de mortier brûlé qui diminue sensiblement la bonne qualité du sol de la fonderie. Il y a aussi économie réelle de moulage, car une pièce en terre doit aussi subir un emballage dans la fosse de même que pour le cas qui précède. L'intérieur du noyau doit être emballé de sable noir sur une hauteur d'environ 30 à 40 centimètres afin d'empêcher la fonte qui pourrait s'introduire dans la portée de s'échapper à l'intérieur de celui-ci.

Quelques heures après le coulage, il sera bon de faire une rainure dans le corps du noyau dans le sens de la hauteur ; il suffit pour celà de piocher les briques de terre qui auront été maçonnées dans le corps du noyau. Cette rainure facilitera ainsi le retrait de la pièce, cette opération est surtout indispensable dans les pièces de grand diamètre.

Je crois devoir encore donner quelques éclaircissements au sujet des pièces cylindriques qui sont sujettes à être tournées ou alésées après la coulée comme par exemple les cylindres de filature ou de papeterie ; ces genres de pièces rentrant plus spécialement dans le

système du moulage en terre, je renvoie le lecteur à ce chapitre.

Avant de terminer ce chapitre du moulage, je m'arrêterai encore quelque peu sur la façon usitée maintenant dans quelques fonderies pour le moulage des courbes ; j'entends parler des tuyaux courbes pour lesquels le plus souvent le fondeur ne reçoit qu'un plan ou un simple croquis.

Tout fondeur connaît ce système qui consiste à fabriquer d'abord le noyau de la courbe à couler, ensuite appliquer sur celui-ci une couche de mortier égale à l'épaisseur que doit avoir la fonte, et ajuster sur ce modèle *ad hoc* les brides en bois, douilles, manchons, etc.

L'inconvénient que présente ce travail réside surtout dans le long laps de temps qui s'écoule avant que le modèle ne soit mis au moulage, et puis d'autre part, il est toujours difficile de placer mathématiquement juste les brides, manchons, etc.

Ce sont tous ces inconvénients qui donnent l'avantage au système de moulage qui supprime entièrement tout modèle ainsi que le noyautage, et ne nécessite qu'une armature, tandis qu'avec le système des noyaux en terre, il en faut deux.

Au moyen d'un simple calibre et de lunettes, l'ou-

vrier mouleur fabriquera seul une courbe, quels que soient son diamètre et sa grandeur.

Exemple fig. n° 50.

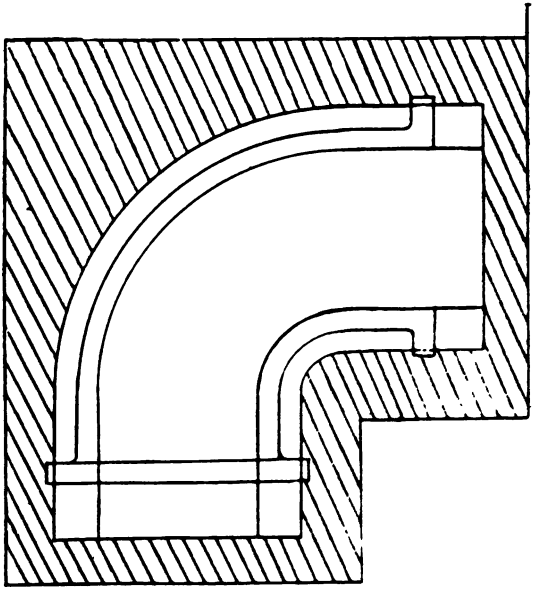


Fig. 50.

Soit un calibre qui entoure la courbe à une distance uniforme ; sur ce calibre seront appliqués les modèles de brides, auxquels il est très aisé de donner les dimensions et distances bien exactes suivant plan.

Ce calibre sera posé sur le sol de la fonderie qui sera battu en plate-forme.

Au moyen d'une lunette qui égalera le diamètre inté-

rieur de la courbe, le mouleur creusera dans le sol la forme à donner à la partie inférieure.

Exemple figure n° 51.

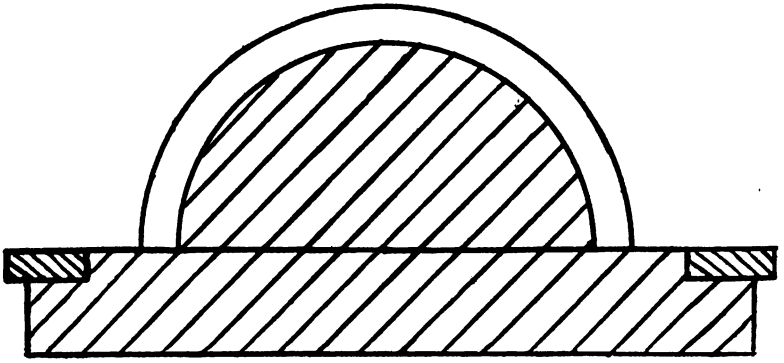


Fig. 51.

Cette partie sera creusée à environ 100 millimètres en dehors des brides, afin de réserver une portée au noyau, les bouts seront arrondis afin que le noyau reprenne bien sa place au renmoulage.

Quand cette partie sera creusée, le mouleur y mettra du sable arrangé, sur ce sable il posera l'armature en place, il foulera le sable afin que celui-ci adhère bien aux broches de l'armature.

Dans l'intérieur de ce noyau, il établira une conduite d'air au moyen de petits cokes et même un peu de paille. Au moyen d'une seconde lunette de forme contraire à celle qui lui a servi pour creuser le fond, il for-

mera la partie supérieure du noyau, toujours avec le même sable de moulage. Toutefois cette deuxième lunette aura le diamètre extérieur de la courbe afin de former en même temps le noyau modèle; quand cette partie est arrangée, on replace les brides supérieures qui reprennent leur place assignée au calibre, on pose sur le tout le châssis qui forme la chappe, et le mouleur n'aura plus qu'à le fouler comme pour une autre pièce.

Quand le châssis ainsi préparé sera enlevé de la partie supérieure, le mouleur replacera le calibre en place, il enlèvera au noyau, modèle, l'épaisseur que devra avoir la fonte au moyen de la lunette qui lui aura déjà servi à cet usage, mais à laquelle aura été appliquée l'épaisseur en planche égale à la pièce de fonte.

Exemple figure n° 52.

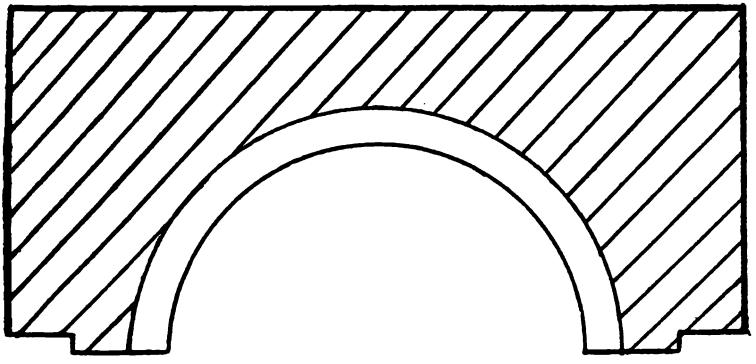


Fig. 52.

Après cette opération, le mouleur enlève par l'armature dans laquelle seront réservés des crochets, le noyau qui sera réparé, noirci et mis au séchoir. Il creusera ensuite l'épaisseur du fond du moule au moyen de la première lunette augmentée de l'épaisseur de la pièce, le reste du travail à effectuer s'opère comme pour le moulage sur modèle puisque ce n'est plus que du raccommodage ordinaire.

Le mouleur devra avoir soin, lorsqu'il coulera l'armature qui sert à fabriquer le noyau, d'y faire une broche plus forte que les autres à la partie inférieure sur laquelle viendra s'appuyer le support qui règlera l'épaisseur du bas.

Pour la partie supérieure, il opèrera de même, ou bien il se contentera de placer sur l'armature un morceau de taque sur lequel viendra s'appuyer le support supérieur qui devra maintenir le noyau en place lors de la coulée.

Dans ce noyau, l'ouvrier piquera une infinité de trous d'air qui le rendront ainsi très sain. Comme on le voit par ce qui précède, une courbe ainsi fabriquée ne présente pas les inconvénients du système avec noyau en terre, il n'y a pas de risque que la fonte entre dans la conduite d'air comme cela arrive parfois trop souvent avec les noyaux ordinaires, puisque celui-ci est

massif. D'autre part, cette courbe sera toujours d'une épaisseur bien uniforme puisque le noyau et le moule ont été faits simultanément.

Dans tous les cas, l'auteur possède toujours des types complets de calibres et lunettes servant de modèles à ce système de moulage et une fois que le principe est connu il s'applique indistinctement à tous les genres de courbes.

CHAPITRE II

DU NOYAUTAGE

Le noyautage est certainement une des conditions les plus essentielles dans la fabrication des pièces de fonte.

En effet, il n'est presque pas de moules qui ne nécessitent l'emploi de noyaux, et une bonne partie du rebut de pièces de fonte puise aussi sa cause première dans une fabrication défectueuse des noyaux.

Le noyautage constitue un véritable métier, d'autant plus difficile à bien apprendre que son système repose complètement sur une création plus ou moins artistique.

J'entends ici parler du noyautage usité particulièrement dans les endroits, où les boîtes à noyaux sont très peu connues; du reste, la boîte à noyaux amoindrit

considérablement la valeur artistique du noyautage en occasionnant très souvent des frais énormes et amène, dans beaucoup de circonstances, des pertes de temps qu'un bon noyautage évitera, en ce sens qu'il supprime toute main-d'œuvre émanant du modeleur. Il lui suffira simplement d'avoir quelques lunettes ou calibres en planche pour se tirer d'affaire; au besoin, l'ouvrier noyauteur, quelque peu intelligent, pourra encore faire lui-même ses lunettes et calibres, comme cela arrive parfois dans les petites fonderies qui ne peuvent se payer le luxe d'avoir un ouvrier menuisier ou un modeleur en permanence à la fonderie.

Comme dans le moulage en sable, l'apprenti noyauteur s'attachera d'abord à reconnaître la bonne qualité des matières premières avec lesquelles il devra fabriquer ses noyaux.

Les principales de ces matières sont : le sable et la terre.

Le sable pour noyautage diffère du tout au tout de celui de la fonderie proprement dite.

Il se présente sous la forme de mortier.

Dans les fonderies qui en font un grand usage, des broyeurs sont installés pour la fabrication du mortier de sable et du mortier de terre. (Voir les figures n°s 1 et 2.)

Dans les fonderies de moindre importance, ces mortiers sont faits aux pieds ou au sabre.

Dans l'un et l'autre cas, le sable du noyauteur devra toujours présenter un grain assez gros et tamisé avec soin ; il sera toujours bien observé que des matières étrangères ne viennent se mêler au sable neuf. A ce sable neuf on mélangera du crottin de cheval en proportion d'un tiers. Le crottin sera aussi tamisé ou au moins bien démêlé pour qu'il ne présente pas de parties compactes. Quand le sable neuf et le crottin sont bien mélangés, on y additionne la quantité d'eau propre suffisante pour qu'après une manipulation nécessaire soit au broyeur, soit aux pieds ou au sabre, il soit rendu à l'état de mortier ; plus la manipulation sera bien observée, plus le mortier sera de bonne qualité ; c'est ce mortier ainsi obtenu qui sert à fabriquer tous les noyaux en général qui ne sont pas confectionnés au moyen de boîtes.

Pour épargner ce mortier, qui est toutefois assez coûteux, on emploie aussi dans certains cas et seulement pour ébaucher, du mortier de terre. Le mortier de terre, qui sert à maçonner les noyaux et à faire les premières couches quand ceux-ci sont de certaine importance, est composé comme suit :

Soit la moitié de sable brûlé de fonderie ou bien la moitié de déblais qui proviennent des chantiers de

noyautage, un quart d'argile grasse et un quart de tan (ce dernier remplace le crottin de cheval plus coûteux); on opère comme avec le sable pour obtenir du mortier de terre. Dans certains cas, on mélange à la terre de la courte paille ou même du foin, — ces cas seront expliqués plus loin. Une des premières applications du sable de noyautage consiste pour l'apprenti à ébaucher des galettes et des bûches qui, une fois séchées, revêtiront les formes qui seront données aux noyaux au moyen du râpage et du limage.

Une galette, pour être dans de bonnes conditions, devra être fabriquée de la manière suivante : l'ouvrier étendra sur une taque bien droite le mortier de sable désigné à cet effet ; il prendra bien soin qu'en l'étendant, celui-ci ne présente pas de liaisons défectueuses qui produiraient après le séchage des défauts qui amèneraient le morcellement de la galette de sable. L'ouvrier devra s'habituer à étendre son mortier par épaisseur égale et bien plane, il lissera toujours la surface avec ses mains trempées d'eau, afin de lui donner la dureté et une certaine cohésion ; il prendra bien soin que les arêtes soient les plus vives possibles afin d'éviter des déchets lors de l'emploi de ces galettes ; il les découpera au moyen d'une lame mince avant le séchage afin de les empêcher de se fendiller.

Pour fabriquer les bûches ou (broches), il pétrira le mortier de façon que celui-ci prenne un surcroît de cohésion, et, s'il le juge nécessaire, il y mélangera un peu de poussière de râpage, afin de rendre ce mortier plus dur et plus apte à revêtir les formes qui devront lui être données lors de la fabrication spéciale du noyau.

Un détail qu'il ne devra jamais perdre de vue quand son ébauche est terminée au mortier, c'est d'y réserver un trou fait au moyen d'un fil de fer dont la grosseur variera selon l'importance du noyau. Ce trou devra toujours être percé au milieu.

Lorsque les dimensions du noyau nécessitent le placement d'une baguette de fer dans son intérieur, le noyauteur devra toujours bien observer que celle-ci ne vienne empêcher les différentes formes de se produire, et qui seront données au noyau par le râpage ; si ce noyau doit être placé horizontalement dans le moule, le trou d'air devra toujours se trouver au-dessus de la baguette, ceci afin de faciliter le dégagement de l'air de la partie supérieure qui est la plus dangereuse à produire des soufflures.

Pour apprendre à limer un noyau bien rond et bien juste, l'ouvrier commencera d'abord par râper sa bûche carrée, dont les dimensions seront un peu plus fortes que le diamètre qui devra lui être donné. Quand le

carré est ainsi obtenu, il suffira de rabattre les arêtes et, avec un peu d'habitude, on arrivera aisément à faire des noyaux bien ronds ; ce que l'ouvrier ne perdra jamais de vue, ce sera de conserver toujours le plus possible au centre le trou d'air. Avant de confier le noyau au mouleur, le noyauteur s'assurera toujours si le trou d'air est bien libre et si le noyau est bien séché ; ce sont là deux des principales qualités d'un noyau bien constitué. Je ne parlerai pas ici de l'infinité de formes que les noyaux revêtent dans chaque moule, mais au point de vue général diverses méthodes sont bonnes à observer. Ainsi pour un noyau de tuyau ou de colonne il arrive parfois que les lanternes dont on dispose n'ont pas des diamètres de dimensions suffisantes pour fabriquer tout à fait convenablement ces noyaux, et il est arrivé bien souvent que ces pièces étaient manquées au coulage par suite qu'il y avait trop de charge sur les lanternes. Il y a cependant un moyen bien simple de faire un noyau dans les conditions de solidité voulue avec une lanterne de faible dimension.

Ainsi, le premier tour de torchette en paille que l'ouvrier enroulera sur la lanterne sera disposé de façon que ces tours laissent entre eux un espace d'environ l'épaisseur d'un doigt ; il prendra seulement bien soin que les torchettes recouvrent les trous qui sont ména-

gés dans la lanterne pour le passage de l'air. Quand le premier tour est placé, il étendra dessus une couche de terre qu'il maintiendra bien en place au moyen d'un morceau de fer plat et assez lourd qui pressera tous les contours imprimés à la lanterne au moyen de la manivelle.

La deuxième torchette à placer devra suivre une direction inverse de la première, afin qu'elle ne vienne pas s'introduire dans les intervalles laissés par celle-ci, il sera étendu une seconde couche de terre qui rejoindra les intervalles laissés entre chaque tour de la première torchette placée et ainsi de suite jusqu'à ce que la charge de torchettes soit suffisante pour ramener à des conditions normales le diamètre de la lanterne. Quand la charge de paille sera assez forte, comme cela se présente dans certains cas, il sera bon de ne mettre la charge finale de sable qu'après au moins deux charges de terre qui, au préalable, auront été séchées.

Un noyau fait dans ces conditions sera solide, parce que les intervalles laissés entre chaque torchette permettront à la terre de communiquer directement à la lanterne et d'offrir une dureté suffisante pour résister à la pression de la fonte. Seulement, dans les noyaux d'assez longue portée, il sera toujours bon de prendre

certaines précautions pour éviter que, cédant sous la pression qui tend à soulever le noyau, la lanterne ou la charge de paille et de terre ne vienne à céder. Voici alors comment l'ouvrier doit procéder :

De la longueur du noyau dépendra le nombre de supports qui devront maintenir celui-ci ; mais un support placé sur un noyau à forte charge n'est pas souvent de nature à rendre un service efficace ; pour obvier à cet inconvénient, l'ouvrier noyauteur devra prendre certaines précautions.

Aux endroits du noyau où devront être placés ces supports, il aura soin de mettre des morceaux de taques en fonte qui auront une communication directe avec la lanterne.

Ces morceaux de taques seront ménagés de façon qu'ils laissent place à des baguettes en fer d'une grandeur suffisante pour maintenir la charge de torchettes ; sur ces baguettes, un dernier morceau de taque sera placé à fleur, même quelque peu plus bas que le diamètre du noyau, c'est sur ce dernier morceau de taque que viendra s'appuyer la tige de support qui le maintiendra en place ; fabriqué ainsi, la lanterne et la charge seront empêchées de monter sous la pression de fonte.

Pour les noyaux dont les lanternes sont dans des con-

ditions normales, c'est-à-dire qu'il n'y aura eu besoin que d'un tour ou deux de torchettes, une taque encastrée dans le noyau suffira.

Pour les noyaux de tuyau qui doivent subir une pression, il sera toujours bon de donner une certaine plature à la partie qui se placera en haut dans le moule.

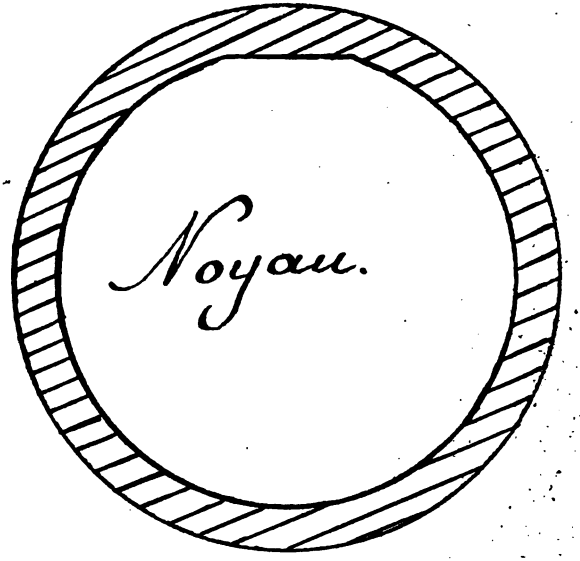


Fig. 53.

Cette plature qui se produira à la râpe après que le noyau est tourné et séché, rendra un peu plus d'épaisseur à la pièce dont la fonte en cet endroit ne sera pas aussi serrée que dans les parties inférieures. (Voir fig. n° 53.)

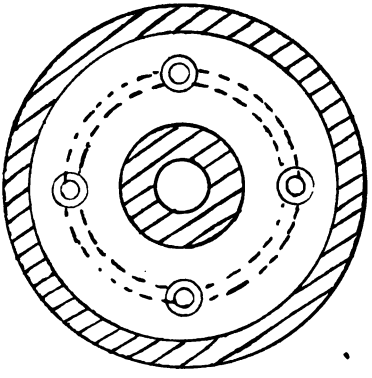
Un noyau de tuyau pour être dans de bonnes conditions devra toujours être bien sec, sans cependant exagérer le séchage, car alors, les torchettes de paille qui le constituent céderaient elles-mêmes sous la pression de la fonte en fusion et n'offriraient plus la résistance nécessaire.

Il arrive parfois qu'il est très difficile de satisfaire aux exigences des clients qui, ne voyant que leurs intérêts, exigent du fondeur des conditions d'épaisseurs de fonte, qui sont très souvent la cause de la non-réussite de ces pièces. Dans ce cas, le noyauteur pourra donner des dimensions exactes au noyau dans les endroits visibles, mais à l'intérieur il pourra diminuer insensiblement le diamètre afin de rendre un peu plus d'épaisseur à la pièce ; pour arriver à ce résultat, il suffira que la planche qui sert à trousser le noyau, présente un bombage qui creusera celui-ci d'une façon inaperçue.

Ce moyen est surtout bon à employer quand les pièces se vendent au poids ; même dans certains cas le patron a encore quelquefois intérêt à sacrifier un peu de fonte pour arriver à les réussir, dût-il même vendre celle-ci à la pièce ou à forfait.

Pour les autres noyaux en général, l'ouvrier noyauteur devra toujours prendre bien soin que les armatures « soit en fonte, soit en fer battu » qui devront concourir

à la solidité du noyau, ne soient pas de nature à donner de trop grandes difficultés au nettoyage des pièces, car il arrive très souvent que les armatures doivent être brisées en une infinité de morceaux pour arriver à un nettoyage complet. Ainsi, par exemple, dans les pistons de cylindre à vapeur dont généralement de simples petits trous sont ménagés pour tirer l'air et vider le noyau, on prendra bien soin de ne confectionner le noyau qu'avec le moins d'armature possible. Il arrive, même très souvent, qu'on pourra les éviter complètement. Quand ces noyaux sont divisés en quartiers qui laissent entre eux des épaisseurs de fonte, on pourra, par exemple, trousser deux demi-noyaux qui, se replaçant l'un sur l'autre, donneront l'épaisseur vou-



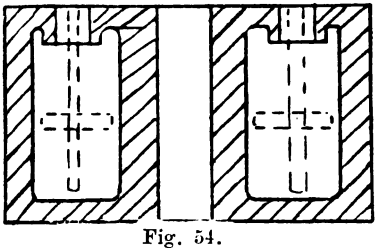


Fig. 54.

lue à celui-ci pour se conformer aux dimensions du moule ; le demi-noyau qui se placera en bas sera fabriqué au moyen d'une légère armature en fonte qui permettra de maintenir tous les quartiers ensemble. Cette armature sera noyée dans la fonte aux endroits des renforts, l'autre demi-noyau sans armature sera collé sur celui inférieur tout en ayant toutefois ménagé entre deux les conduites d'air qui devront communiquer avec les petits trous de vidange. Construit de cette façon, le noyau de piston sera facile à placer dans le moule et ne présentera pas de difficultés pour être maintenu en place par les tiges de supports qui reposeront toujours sur de petits morceaux de taques encastrés. Ces morceaux de taque devront avoir des dimensions qui leur permettront de sortir par les trous lors du nettoyage du noyau. (Voir figure n° 54.)

Les petits noyaux qui servent à la sortie de l'air ainsi qu'en même temps à la sortie du noyau après la coulée devront avoir bien au centre un trou qui communique à la conduite d'air ménagée à l'intérieur du noyau.

Quand les noyaux de sortie ne se trouvent que d'un côté de la pièce, comme c'est parfois le cas, on peut poser le noyau sur trois clous ou supports d'épaisseur qui sont fixés au fond du moule ; ou bien on suspend le

noyau à la partie supérieure du châssis au moyen de fils de fer qui se trouvent dans les trous d'air et qui sont maintenus au-dessus des châssis pas des traverses ; de cette façon on supprime les supports qui amènent parfois des soufflures dans la pièce.

Toutefois dans les noyaux de grande dimension les petits noyaux ne sont pas toujours assez solides pour

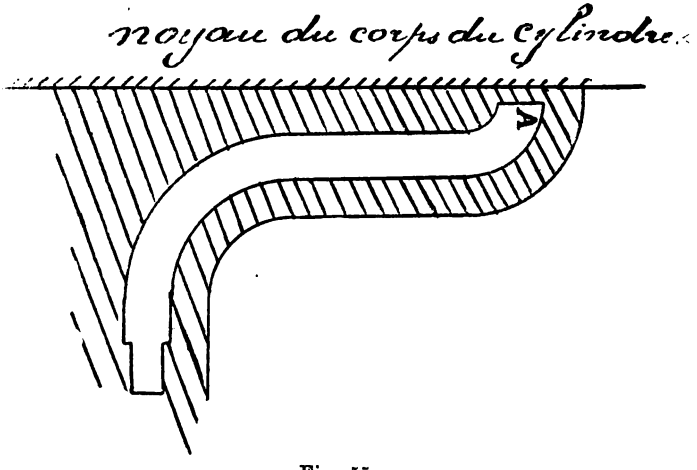


Fig. 55.

résister à la pression inférieure, dans ce cas on place des supports à tiges pour les maintenir en place et les empêcher ainsi de s'écraser et monter à la chappe.

Une mesure bonne à observer pour les noyaux de passage des cylindres à vapeur ou autres noyaux ana-

logues, c'est l'emplacement des baguettes de consolidation. (Voir figure n° 55.)

Dans la partie A d'un noyau de passage, le noyauteur ne devra jamais faire prendre la courbe aux baguettes ou armatures principales, parce que celles-ci devant sortir par la partie de la chapelle, il s'ensuit que le burineur éprouvera de très grandes difficultés pour faire obéir ces armatures dont la courbe sera un sujet continuel de difficultés pour l'opération du nettoyage.

Cette partie du noyau ne devra cependant pas être privée de baguettes, car la solidité du sable seul, ne suffirait pas souvent pour résister aux caprices de la fonte en fusion.

Il y sera alors remédié en y logeant de petits bouts d'armatures qui prendront la courbe et qui s'étendront quelque peu dans la partie droite. Ces morceaux descendront facilement lors du nettoyage ; ils présentent encore cet avantage qu'à l'essai ou au renmoulage, ils peuvent être facilement enlevés du noyau si, comme il arrive très souvent, ils se trouvent dans des endroits où ils gênent pour donner la coupe au noyau qui nécessite souvent des modifications lors de l'essayage ou du renmoulage. Un noyau de passage pour être bien fait devra renfermer des armatures en quantité suffisante pour résister aux chocs et à la pression qu'il reçoit lors de

la coulée. Ces armatures devront être placées tant dans le sens de la longueur que de la largeur et d'une façon assez spéciale pour se réserver les conduites d'air qui jouent un rôle très considérable dans la bonne composition de ces espèces de noyaux. Quand un noyau de passage est tout terminé, qu'il a subi l'essayage et que les conduites d'air sont bien assurées, il sera toujours bon, avant de le noircir, de le recuire quelque peu, afin de le rendre plus sain et de faciliter l'échappement de l'air par les porosités produites par la chaleur.

Il ne faut cependant pas qu'il subisse un recuit absolument trop accentué, parce qu'alors il perdrait de sa solidité ; les armatures qu'il renferme pourraient se dilater et produire des cassures qui amoindriraient considérablement l'ensemble du noyau.

Le même système sera suivi pour les noyaux de décharge, même solidité et même facilité d'échappement de l'air.

Il reste encore une observation à faire sur la fabrication des noyaux de passage. Il ne faut cependant pas que sous prétexte de solidité il soit fait un excès d'usage d'armatures dans la fabrication du noyau, car alors celui-ci deviendrait trop dur et cette dureté lui enlèverait une des principales qualités qui doit concourir à la réussite de la pièce.

Je veux parler de la saine composition du noyau.

Il faut donc qu'un noyau de passage réunisse ces deux qualités : solidité suffisante et fabrication saine, c'est cette dernière qui l'empêchera de faire souffler la pièce, le fléau du fondeur.

Les noyaux de passage de vapeur d'un cylindre présentent souvent cet inconvénient, c'est celui d'empêcher la crasse de fonte qui surnage toujours pendant la coulée, de monter à la fausse volée, et il arrive alors souvent que lors de l'alésage du corps intérieur il se trouve des piqûres ou des crasses, vis-à-vis de l'ouverture du passage de vapeur.

Afin d'éviter cet inconvénient, l'ouvrier noyauteur aura bien soin de réserver des évents, ou même de laisser une épaisseur de fonte d'au moins un centimètre, qui s'enlèvera après l'alésage, entre le noyau de passage et celui du corps du cylindre, à l'endroit où le premier vient correspondre avec le second ; de cette façon la fonte n'est pas arrêtée dans sa marche ascensionnelle, et la crasse surnageant monte ainsi à la fausse volée. (Voir figure précédente n° 55.)

Il est bien inutile de rappeler ici à chaque espèce différente de noyau, qu'un principe sur lequel l'ouvrier devra toujours bien apporter son attention en toute

circonstance, c'est qu'un noyau quel qu'il soit ne sera jamais dans de bonnes conditions, s'il ne présente des facilités relatives pour la sortie de l'air, et qu'en toutes occasions, les portées ou les endroits destinés à recevoir les tiges de supports devront offrir une résistance et une solidité suffisante pour résister aux caprices de la fonte.

Lorsqu'un noyau présentera des fissures qui se seront produites après son achèvement complet, il ne sera pas toujours bon d'introduire dans celles-ci quelques matières quelconques pour les remplir. Le meilleur moyen à employer dans ce cas serait de répandre aux endroits détériorés de l'huile grasse. Celle-ci produisant sur la fonte un effet presque analogue qu'avec l'eau, c'est-à-dire formant séparation, elle empêchera la fonte de s'introduire dans la fissure et pourra ainsi éviter la fuite à l'intérieur du noyau et dans les conduites d'air.

Une application que l'ouvrier noyauteur devra toujours bien observer dans cette fabrication, est celle qui se présente lors du rechargeage d'un noyau de trop faible dimension ou non conforme au moule.

Ainsi par exemple, quand un noyau quelconque (ce principe est général) après être séché devra être rechargé pour obtenir une plus forte dimension ou revêtir une autre forme, l'ouvrier aura bien soin d'abord,

d'enlever quelque peu la surface extérieure, afin que celle-ci présente des rugosités qui permettent au sable rechargé d'y adhérer plus facilement.

Cette surface rugueuse devra être débarrassée complètement de toute poussière au moyen du soufflet, aspergée d'eau de façon à ce qu'une certaine partie de sable séché reprenne plus ou moins sa qualité première (c'est-à-dire de mortier); quand cette opération sera bien observée, l'ouvrier soudera au moyen du bout de ses doigts du mortier de sable nouveau et puis appliquera seulement la quantité de sable suffisante pour donner la forme ou la dimension à celui-ci.

Si ce replâtrage doit être terminé à la râpe après le séchage, il forcera un peu la quantité de sable afin de laisser la matière en suffisance pour donner les dernières dimensions au noyau.

Quand un noyau après le râpage, devra être réparé au mortier fin, on s'abstiendra toujours de faire aucun raccommodage au moyen du fer à réparer ; tout outil de fer ou d'acier devra être prohibé dans le raccommodage d'un noyau ; seul la règle en bois, à arètes coupées en biais, devra être utilisée. Même pour beaucoup de noyaux, surtout ceux de grandes dimensions, le réparage se fera au pinceau, à la brosse, ou au moyen d'une loque.

La matière à réparer qui est toujours un composé de mortier de sable séché, pulvérisé et tamisé, auquel est additionnée la quantité d'eau suffisante, sera placée sur le noyau de façon qu'elle adhère parfaitement à la surface séchée. La couche à répandre devra toujours être assez claire afin de ne pas surcharger le noyau de ce produit, car dans ce cas il arrive assez souvent qu'il se forme une surépaisseur qui s'enlève au contact de la fonte en fusion, et qui forme ainsi des dartres dont le sable détaché se mélange avec la fonte et nuit considérablement à la réussite de la pièce.

Dans toutes les occasions du reste, l'ouvrier noyauteur se gardera bien de jamais lisser un noyau soit au raccommodage au fin mortier, soit au noircissage. Le placement du noir d'étuve ou noircissage, se fera aussi avec précaution ; ne jamais lisser avec des outils les noyaux et quand ceux-ci sont bien séchés, il faut s'abstenir complètement d'enlever le noir soit par frottement ou autre cause quelconque.

Dans tous les cas, le noircissage ne se fait jamais que quand un noyau est complètement fini.

Quelques observations sont cependant encore nécessaires pour différentes espèces de noyaux, comme par exemple les tuyaux courbes, galettes de coupage et noyaux maçonnés de toutes espèces :

1° Un noyau de tuyau courbe est toujours ébauché en deux parties quand celui-ci atteint déjà de fortes dimensions. Dans chacune des demi-parties, se trouvera renfermée une armature, le plus souvent en fonte. Il sera toujours bon, lors de l'ébauchage du demi-noyau qui occupera la place d'en haut dans le moule, de loger sur l'armature une torchette de paille qui sera de nature à enlever à celui-ci la dureté amenée par le voisinage de cette armature. Cette paille facilitera la communication de l'air avec le conduit libre qui se trouve au milieu du noyau et que l'on y réserve avant de recoller les deux demi-parties.

L'armature devra toujours se trouver à une profondeur assez suffisante pour conserver la place nécessaire au placement de la paille et du sable qui doit recouvrir celle-ci.

Pour les tuyaux courbes qui doivent subir une certaine pression, il sera bon aussi de ménager comme au tuyau droit, à la partie supérieure du noyau, une plature afin de rendre plus d'épaisseur à la pièce. Il faudra aussi se défier que la tige du support qui doit le maintenir en place dans le moule, ne rencontre pas assez de résistance à cause de la paille qui se trouve sur l'armature.

Il est toujours facile de remédier à cet état de

chose ; il suffit, ou de faire communiquer directement la tige avec l'armature, ou bien de mettre sur celle-ci un morceau de taque qui remplace la paille en cet endroit.

Pour bien consolider un noyau courbe, on pourra boulonner avec précaution les armatures aux deux bouts et au centre, on pourra aussi les maintenir en place au moyen de fil de fer qui toutefois devra être garanti du contact de la fonte par une certaine couche de mortier de sable bien séché.

Aux endroits des supports, il sera toujours donné un peu plus d'épaisseur de fonte, c'est-à-dire qu'il sera creusé dans le noyau afin que la tige soit enveloppée d'une plus grande quantité de fonte.

Il y a cependant plusieurs occasions où l'on peut éviter complètement l'emploi de supports pour les tuyaux courbes.

Ainsi quand la courbe n'est pas absolument trop accentuée, on pourra fabriquer cette pièce et la couler sans supports. Il suffira pour cela de mouler la partie bombée en bas ; de cette façon, la chappe enlèvera la partie creuse. Le noyau qui posera sur de bonnes taques de portée présentera son côté le plus fort pour la résistance de la pression de la fonte. Le noyau devra natu-

rellement être fabriqué assez solidement pour subir un bon calage sur les armatures en fer des deux bouts.

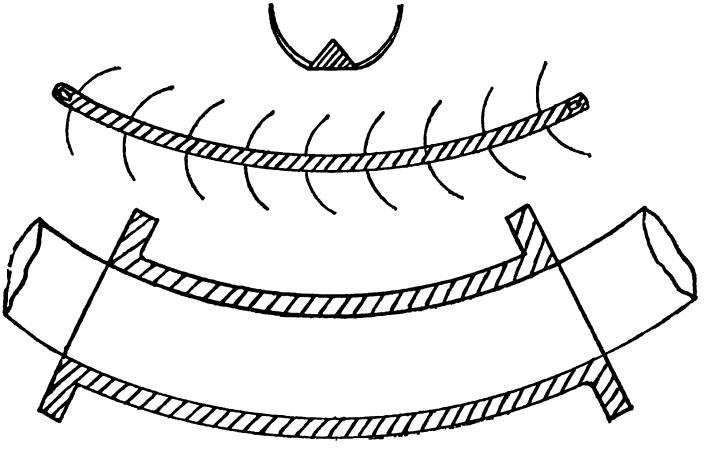


Fig. 56.

Il y a encore un autre moyen, mais il offre beaucoup de difficultés, c'est celui qui est quelquefois utilisé pour les courbes de grand diamètre ; il consiste à avoir une armature qui présente à chaque bout une grande surface dans laquelle des trous seront réservés pour boulonner celle-ci à des plaques bien assujetties qui se trouvent en dehors des portées. Dans ce cas, de grandes précautions sont à prendre pour le maintien des plaques.

Pour les noyaux de courbe dont les dimensions nécessitent l'emploi d'armatures en fonte, il sera toujours bon de fabriquer celles-ci de façon qu'elles soient garnies de broches qui prendront le plus possible le contour donné au noyau.

Ces broches ne laisseront pas un trop grand espace de vide entre elles, elles serviront tout autant à la fabrication elle-même du noyau qu'à lui donner la solidité suffisante pour résister à la pression lors de la coulée de la pièce. (Figure précédente 56.)

Il sera toujours utile de ménager au bout et au centre des armatures de courbes des trous pour boulonner ensemble les deux demi-noyaux qui doivent être assemblés.

Pour bien fabriquer un noyau de courbe, l'ouvrier noyauteur commencera d'abord par placer le calibre qui devra servir à lui donner le contour, de façon que celui-ci ne dévie absolument pas quand il sera en contact avec la lunette ; il devra aussi avoir bien soin que celle-ci joigne toujours au calibre dans tous ses contours. Pour empêcher le calibre de dévier, il suffira de le charger ou de l'assujettir à la taque par un moyen quelconque au centre du noyau, qui sera réglé par la largeur donnée à la lunette, le noyauteur formera avec du sable brûlé de fonderie un talus, qui variera suivant

les dimensions de la courbe. Sur ce talus il étendra du mortier de terre dans lequel sera mélangée une assez bonne quantité de paille hachée. Cette terre sera réglée par la lunette.

Sur cette terre ainsi disposée, il déposera l'armature qui au préalable aura été aspergée d'un liquide composé de sable fort ou d'argile. L'armature sera ensuite chassée à fond sur cette terre, la lunette en déterminera l'emplacement exact. Au-dessus de l'armature, il sera placé sur toute sa longueur une torchette de paille ou simplement de la paille en longueur ; du mortier de terre analogue au premier employé, règlera le diamètre du noyau à une distance d'environ quinze millimètres de la lunette. Cette première charge ainsi apprêtée, on y produira sur tous les contours des rugosités qui s'imprimeront au moyen des doigts, une infinité de trous d'air seront percés dans la charge qui subira alors un premier séchage.

Les rugosités préconisées plus haut servent à aider l'adhésion du mortier de sable qui doit donner les dimensions exactes au noyau.

Quand cette ébauche est séchée, on remet le calibre dans son emplacement primitif, on le charge afin qu'il ne se déplace pas ; les poussières qui se sont déposées pendant le séchage sont enlevées avec le soufflet, et la

dernière couche de mortier au sable et au crottin sera parfaitement soudée du bout des doigts, la lunette fera le reste. Le noyauteur ne perdra jamais de vue qu'un calibre de courbe devra toujours être retourné pour faire la deuxième partie qui doit former l'ensemble, ceci pour obtenir la droite et la gauche.

Après le séchage à l'étuve, l'un des demi-noyaux sera retourné et débarrassé du sable brûlé de fonderie qui aura été placé au début de l'opération. Le creux produit servira de conduite d'air, il faudra toujours avoir cependant bien soin de ne poser ce noyau que sur des torchettes de paille ou sur de la poussière fine, afin de ne pas en détériorer la partie extérieure.

Quand cette partie de noyau est ainsi apprêtée, on enlève l'autre partie sans la retourner, on la débarrassera également du sable brûlé, et on la place sur l'autre à titre d'essai, c'est-à-dire qu'on vérifie si tous les raccords et les dimensions sont exacts ; quand on s'est bien assuré de cette opération, on asperge d'eau les parties adhérentes, on place sur chacune d'elles un liquide composé de sable fort et tamisé ; s'il doit y avoir une surcharge entre les deux demi-noyaux pour arriver à lui donner les dimensions voulues, on étend du mortier de sable ordinaire et immédiatement on remet les deux parties l'une sur l'autre sur lesquelles on appuie forte-

ment, afin de les bien souder et éviter que des vides se produisent au conjoint. On place ensuite les boulons ou les fils de fer qui doivent maintenir les deux parties ensemble, on répare au moyen d'eau et de sable les détériorations qui auraient pu se produire pendant l'opération. On donne un bon coup de râpe, principalement à la partie qui doit se placer en haut dans le moule de façon à former une plature comme il a déjà été parlé ; on procède ensuite au noircissage, on fait sécher complètement le tout, on place aussi des taques aux endroits qui doivent recevoir les supports s'il a lieu.

Ainsi conditionné, un noyau de courbe pourra subir toutes les épreuves voulues, il ne présentera aucun danger, soit pour le placement dans le moule, soit pour le coulage.

De la fabrication des noyaux au point de vue du retrait de la fonte.

Une bonne quantité de pièces cassées au retrait puisent souvent leur cause dans la fabrication des noyaux.

Ainsi, il arrive que des noyaux doivent être fabriqués au moyen d'armatures en fonte, soient-ils cylindriques, soient-ils carrés, soit toute autre forme qu'ils puissent affecter.

Il sera toujours de principe que les armatures seront arrangées de façon qu'elles ne puissent apporter aucune entrave à la facilité du retrait des pièces auxquelles elles sont destinées. Pour faciliter ce retrait, les dimensions des armatures seront telles, que le mortier qui doit les recouvrir présente toujours à ces endroits une épaisseur d'environ quatre à cinq centimètres de la limite extrême de l'armature à la partie finie du noyau.

Dans beaucoup de cas cependant, cette précaution n'est pas encore suffisante, et pour y remédier, une torchette de paille devra suivre tous les contours de l'armature. Cette paille se trouvant ainsi resserrée entre le mortier de l'armature, supprimera complètement tout obstacle nuisible au retrait, car en subissant la chaleur produite dans un voisinage très rapproché lors de la coulée de la pièce, elle se consumera et formera ainsi le vide avant que la pièce n'ait subi son retrait. Cette opération sera nécessitée autant de fois qu'il y aura d'armatures dans le corps du noyau.

Il y a cependant encore une autre précaution bonne à prendre pour faciliter le retrait dans la composition du noyau.

Quand celui-ci devra être maçonné au moyen de briques ordinaires, il devra toujours se trouver dans chaque rangée au moins une brique composée de mortier de

terre usitée dans le noyautage. Ces briques seront à moitié superposées les unes sur les autres comme la figure n° 57 l'indique :

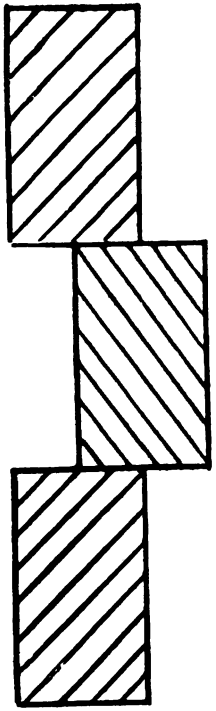


Fig. 57.

Cette disposition est nécessaire, d'abord pour les relier entre elles, ensuite pour qu'à cet endroit il puisse se produire un écrasement lors du retrait de la pièce. Cette disposition est en outre d'une grande utilité pour le nettoyage de la pièce coulée, parce que les briques de mortier de terre de noyautage pouvant être détruites facilement, il s'ensuit que la voûte est rompue et que les parois du noyau se détachent plus facilement ; on évite ainsi un grand travail aux préposés du nettoyage des pièces ainsi que le bris des bonnes briques ordinaires qui servent plusieurs fois à la fabrication des noyaux.

Comme on le voit par ce qui précède, en toute occasion il ne sera jamais négligé de placer des briques tendres dans les maçonneries des noyaux.

Un détail bon à noter aussi pour la fabrication des

noyaux ébauchés avec des briques, c'est de bien relier toutes les rangées, les joints ne devront jamais être superposés, c'est ce qui donne la force à toute maçonnerie.

La brique doit toujours se trouver à une distance de l'extérieur du noyau d'au moins 20 à 25 millimètres ; quand une maçonnerie d'un noyau est terminée, on règle l'épaisseur de mortier de sable à laisser au moyen de terre à noyau. Quand un noyau est bien réglé, c'est-à-dire qu'il laisse environ quinze millimètres de charge de sable, on perce en différents endroits des trous d'air qui servent à empêcher les dartres qui pourraient se produire au coulage.

On sèche ensuite le noyau ébauché, et puis on procède à la dernière couche comme avec tout autre noyau dont le procédé à déjà été préconisé plus haut. Il arrive parfois qu'on n'a pas le temps de faire sécher la maçonnerie du noyau avant de lui donner la couche de mortier de sable qui doit le calibrer ; dans ce cas, en maçonnant la brique, on la rapproche de la planche à trouver à environ 10 millimètres et on applique directement le mortier de sable sur la brique. Dans ce cas, si les dimensions du noyau doivent rigoureusement être observées, il faudra un peu les forcer à l'ébauchage,

car après le séchage, il se produit un retrait qui diminue sensiblement les dimensions primitives.

Pour les noyaux qui seront complètement maçonnés au moyen de briques placées sur bout, soit des briques ordinaires, soit des briques spéciales en terre de noyautage, il sera toujours nécessaire de maintenir chaque rangée au moyen d'un ou de deux fils de fer qui en resserreront les contours.

Ces fils seront placés au fur et à mesure que les rangées seront terminées.

Pour les noyaux dont la partie supérieure doit être complètement couverte de fonte et dont les dimensions nécessitent l'emploi d'une armature en fonte, il faudra toujours avoir bien soin que dans cette armature, il soit réservé une infinité de trous qui puissent donner un passage facile à l'air qui est refoulé à l'intérieur du noyau.

L'épaisseur de matières à laisser sur l'armature devra toujours être assez forte pour enlever toute dureté à cette partie de noyau.

Cette épaisseur ne devra jamais descendre en dessous de huit à dix centimètres, et elle sera maintenue en place par des broches adhérentes à l'armature. Entre ces broches, il devra être déposé une légère couche de menu coke ou une assez forte couche de vieille paille

sur laquelle on appliquera du mortier de terre fait a la paille ou au foin haché ; une infinité de trous d'air traverseront les matières, et, après un premier séchage la dernière couche de mortier de sable sera seulement bien soudée et déterminera la forme et les dimensions à donner au noyau.

Avant de sécher la dernière charge, il sera encore bon de la parsemer de trous d'air d'un diamètre restreint.

Après le séchage qui ira parfois jusqu'au brûlé, le noyau sera terminé par les moyens ordinaires.

Il arrive parfois que dans les noyaux à fond fermé on doit y réserver des ouvertures pour faciliter le remplissage du noyau pour la coulée. Après le remplissage effectué, on prendra d'épaisses galettes en sable de noyautage, on leur donnera les dimensions des ouvertures réservées, et on aura bien soin qu'elles reposent sans laisser aucun vide entre elles et le sable de remplissage ; les parties en contact avec le noyau seront bien soudées au moyen du liquide gras qui a été préconisé plus haut, et elles seront solidement maintenues en place par des pointes clouées, moitié dans la partie principale du noyau, moitié dans l'épaisseur de la galette ; un léger séchage aura lieu et on terminera par les formules ordinaires.

Des noyaux de coupage de poulies, volants, engrenages, etc.

Ces genres de noyaux présentent de nombreuses difficultés, tant au point de vue de leur fabrication qu'aux dimensions et formes à leur donner. Dans plusieurs fonderies, « les noyaux dont les épaisseurs varient de cinq à trente millimètres » sont faits au moyen de plaques en fonte enduites simplement de noir d'étuve.

Ce système est surtout employé dans les galettes de coupage de mince épaisseur; cependant il présente assez bien de difficultés.

D'abord il arrive parfois que malgré le noir d'étuve ces plaques se soudent avec la fonte en fusion, alors on éprouve de grandes difficultés pour opérer le coupage de la pièce après la coulée.

Un autre inconvénient est celui-ci :

Il arrive très souvent qu'à l'arrivée du modèle de poulie, engrenage, volant, etc., celui-ci doit être immédiatement mis au moulage pour être coulé à la première fusion; il arrive qu'on n'a pas toujours des plaques à dimension et ce serait perdre un temps précieux que d'attendre la coulée pour en fabriquer.

Dans tous les cas, je préfère les noyaux en terre, c'est-à-dire en sable de noyautage.

Pour arriver à faire des galettes de coupage aux dimensions et formes nécessitées en la matière, le noyauteur ou le chef du chantier de noyautage tracera sur du papier fort le dessin des noyaux de coupage, puis il le découpera de façon à avoir un calibre exact qui servira à faire l'ébauchage et ensuite pour déterminer après le séchage les formes et dimensions du noyau. A côté

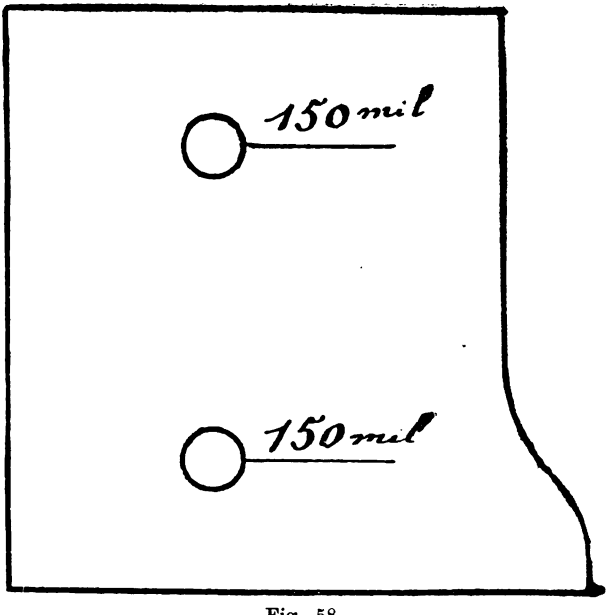


Fig. 58.

des trous qui désigneront la place des noyaux d'encoches de boulons sur les calibres en papier, seront inscrites les dimensions à donner à ces noyaux. Ce procédé

facilitera considérablement la besogne du noyauteur, tout en assurant un travail parfait et accéléré. L'ouvrier ne devra jamais négliger dans ces espèces de noyaux de réserver des sorties bien libres à l'air (fig. n° 58).

Il pourra les consolider au moyen d'armatures en fonte à jour pour les galettes de forte épaisseur, et au moyen de baguettes ou fil de fer pour celles de faible dimension.

Ces noyaux seront soumis à un séchage assez fort afin de les recuire un peu. Le recuit ne doit cependant pas être exagéré parce qu'alors une grande partie de la consolidation serait perdue.

Pour les pièces soumises à un grand retrait, les noyaux de coupage diviseront complètement les moyeux en deux parties. A celles dont les proportions sont bien observées, on pourra laisser de la fonte entre la galette et le noyau du milieu afin que l'opération de l'alésage soit plus facile à s'effectuer.

Je ne m'étendrai pas plus longuement sur les différentes espèces de noyaux à fabriquer.

Ces noyaux sont si nombreux que je suis forcé de m'arrêter à des conditions pratiques de procédés de noyautage qui du reste renferment les véritables principes à appliquer d'une façon générale.

CHAPITRE III.

DU MOULAGE EN TERRE

Le moulage en terre est certes la partie la plus difficile et surtout celle qui exige le plus de connaissances théoriques dans la fonderie de fer.

En effet, le moulage en terre est un véritable travail d'artiste, il tient même un peu du sculpteur. Aussi, peu nombreux sont les bons ouvriers mouleurs en terre.

Pour qu'un mouleur en terre puisse être reconnu véritablement capable, il faut qu'il possède des notions de dessin assez étendues. De plus, il lui faut une pratique qui ne s'acquiert qu'à la tâche et qui lui permette de produire sans modèle, sur les simples indications du plan et sans le secours de personne, les pièces de fonte sous quelque forme qu'elles se présentent. Les pièces moulées en terre sont généralement plus belles et de

meilleure qualité que celles qui sont coulées au moyen du moulage en sable.

Avant d'être ouvrier mouleur en terre, il faut être noyauteur, car on ne peut être mouleur en terre sans connaître le noyautage ; tandis qu'on peut être noyauteur sans être mouleur en terre. Aussi, généralement, les ouvriers mouleurs en terre sont mieux rétribués que les noyauteurs.

Comme dans le moulage en sable, ce n'est que petit à petit que l'apprenti s'initie à son métier.

Il commencera d'abord à travailler avec un partenaire et apprendra toujours plus ou moins à suivre les procédés et indications qui seront mis en œuvre sous ses yeux ; malheureusement, comme dans tous les métiers, il y a de bons et de mauvais ouvriers, et ces derniers étant parfois les plus nombreux, il arrive bien souvent que l'apprenti puise de mauvais principes.

Comme il est dit plus haut, une des principales conditions du moulage en terre, c'est de posséder des connaissances assez étendues de dessin.

L'apprenti devra donc sacrifier ses moments de loisir à étudier cette branche importante sans laquelle il ne pourra jamais être un bon ouvrier.

A l'atelier il s'attachera d'abord à bien connaître la

bonne composition des matériaux qu'il sera appelé à manipuler à la suite.

Du reste, les matériaux sont exactement de même nature que ceux employés dans le noyautage.

Mortier de sable avec crottin de cheval, mortier de terre avec paille ou tan, noir d'étuve, briques ordinaires, briques en terre de noyautage, etc., etc.

Le moulage en terre consiste donc à fabriquer des moules au moyen de briques, mortier, etc., etc.

La plupart des moules en terre sont obtenus au moyen de planches à trousser attachées à un arbre tournant sur pivot et dont le haut est maintenu dans une crapaudine. Une des conditions essentielles, c'est que le centre de cette crapaudine soit bien d'aplomb avec le pivot qui se trouve fixé à terre ; de là dépend la base principale qui régit toute la fabrication.

Pour obtenir ce résultat, il suffit d'avoir un bon fil-à-plomb dont la ficelle passera par le centre d'un corps cylindrique dont le diamètre égalera celui de la crapaudine. Ce corps cylindrique sera placé dans cette crapaudine et la ficelle, tendue par le plomb, en règlera la position.

Quand la pointe du fil à plomb repose bien au milieu du creux du pivot, on serre les boulons qui maintiennent la crapaudine en place et on procède au travail.

Les moules en terre sont toujours construits sur des plateaux en fonte facilement transportés soit à la grue, soit à la main.

Ces plateaux devront toujours reposer sur au moins trois points bien partagés. Le sol sur lequel ils reposent devra toujours être bien tassé afin que la charge qui s'accumule sur le plateau ne fasse descendre les points d'appui et n'amène des erreurs dans la fabrication du moule. Il arrive même que quand les prévisions annoncent un poids relativement lourd sur le plateau, on posera sur le sol des morceaux de taque qui recouvriront une assez grande surface ; sur ces taques reposeront les points d'appui sur lesquels le plateau est placé.

Avant de commencer le moulage d'une pièce en terre, l'ouvrier s'appliquera d'abord à bien comprendre le plan qui doit servir à la fabrication de cette pièce ; il s'attachera surtout à bien observer la disposition et le placement des diverses formes que doit revêtir la pièce à fabriquer. Cette démonstration fera du reste l'objet d'une étude spéciale dans le chapitre suivant. La compréhension du plan est nécessaire à tous les points de vue, car elle est absolument exigible, tant sous le rapport de la fabrication des armatures qui doivent entrer dans la composition du moule, que sous celui de sa fabrication même. Il est toujours bon, avant de commen-

cer le moulage d'une pièce, d'avoir toutes les armatures prêtes. Il suffira donc de dresser sur le sol de la fonderie une place bien de niveau qui sera obtenue au moyen de deux règles placées à une distance l'une de l'autre qui variera selon les dimensions ou le nombre des armatures. Pour arriver à obtenir une place bien de niveau, l'ouvrier placera une règle bien droite dans le sable, celle-ci reposera d'abord sur les deux bouts, le niveau sera placé au milieu. Quand le niveau sera obtenu au placement de cette règle, on la maintiendra en place au moyen de sable foulé bien dur, on placera alors à une distance parallèle une autre règle dont le niveau sera réglé au moyen d'une troisième règle bien parallèle dont les deux extrémités reposeront sur le bout de chacune des deux autres qui sont enterrées dans le sol. Le niveau de cette règle sera déterminé en conservant comme base définitive la règle posée la première ; de cette façon, le niveau sera transféré au bout de la deuxième, qui servira ainsi de point déterminé pour obtenir son niveau.

Comme vérification, on pourra transporter la règle portative sur les deux autres bouts et vérifier au moyen du niveau si celle-ci donne un résultat satisfaisant. Une fois cette opération terminée, on remuera jusqu'à une profondeur déterminée le sol composé de sable qui

se trouve entre les deux règles de nivelage ; si les armatures à fabriquer doivent être munies de grandes broches, le soulèvement du sol variera selon les dimensions nécessitées ; en certains cas, il sera même utile de tamiser cette partie de sable dans lequel devront pénétrer ces broches ; il faut cependant que le sable remué reçoive encore un certain tassement, afin que la fonte qui s'introduit dans les creux formés par le modèle de broches ne vienne soulever tout le sable mou et compromettre ainsi la réussite de l'armature ; on obtient un bon résultat en foulant aux pieds les couches de sable superposées qui forment la hauteur à déterminer pour obtenir les dimensions demandées.

Dans le cas des armatures planes, il suffit de tamiser une légère surface du sol et de niveler la place en faisant glisser la règle sur celles qui limitent la place. Le premier nivelage se fera au moyen de petites réglettes sur lesquelles glissera la principale, de façon qu'il reste une surépaisseur de sable au-dessus du niveau.

Cette surépaisseur sera battue en place au moyen de la règle principale et le résultat final sera obtenu. L'ouvrier mouleur en terre tracera sur cette surface plane les armatures dont il pourra avoir besoin; il s'appliquera surtout à bien reconnaître leurs différents modes de

placement lors de la construction du moule ; de ce mode de placement dépendra souvent la façon dont devront être tracées les armatures sur la place de niveau. Dans l'étude (noyautage) du chapitre précédent, les descriptions sont faites au point de vue de la fabrication des armatures de noyaux qui entrent pour une large part dans le moulage en terre.

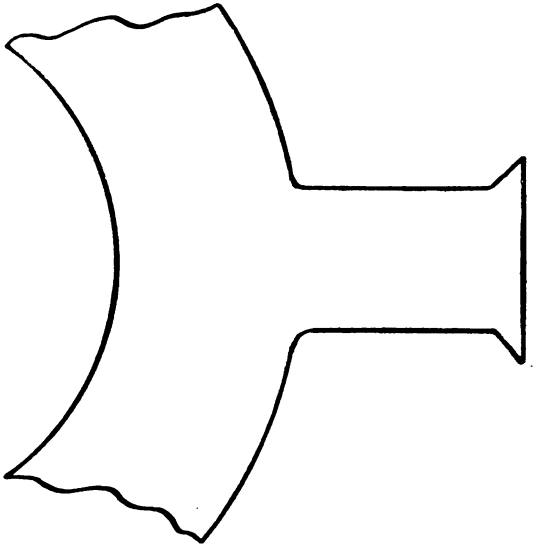


Fig. 59.

Pour les armatures de moule proprement dit, comme par exemple celles qu'on appelle communément an-

neaux, qui doivent servir à fabriquer l'extérieur d'une pièce, il sera nécessaire de leur donner les dimensions qui permettent de laisser au moins 30 millimètres de matière pour obtenir la dimension exacte du moule ; — pour les pièces qui doivent subir une forte pression au coulage, cette dimension sera portée à au moins 40 millimètres, parce que la maçonnerie qui forme le moule cédant toujours quelque peu sous la pression, il arrive que si l'armature se trouve assez près de la fonte, cette partie résistera à la pression tandis que l'autre cédant, il se formera un creux à la partie de l'armature qui n'aura pas cédé ; une assez grande quantité de matière obviera à cet inconvénient.

Beaucoup d'armatures sont munies de pattes qui servent au transport par les grues, etc.

Il sera toujours bon de réserver à celles-ci, à leurs extrémités, des parties saillantes comme à la figure n° 59.

Cette saillie empêchera les chaînes de glisser et sera une assurance pour le déplacement que nécessite le séchage ou le coulage des pièces. En toute occasion, il faudra s'attacher à reconnaître à quels différents services sont destinées les armatures. Celles qui doivent porter des charges relativement lourdes, auront des dimensions relativement plus fortes, tandis que celles

qui doivent être brisées après le coulage seront toujours coulées dans les dimensions les plus restreintes que comportera leur usage.

Quand des armatures sont désignées à un placement dont on éprouvera des difficultés pour les briser afin de débarrasser la pièce coulée, on les parsèmera d'une infinité de trous, qui, tout en ne leur enlevant aucunement la force qui leur est nécessaire au coulage de la pièce, facilitera le bris en plusieurs parties qui pourront se diviser et être retirées facilement de leur emprisonnement.

Dans tous les cas, les trous sont toujours nécessaires dans les armatures de noyaux ainsi que dans celles qui doivent supporter des surfaces couvertes de fonte. Les armatures servant de couvercles aux moules seront surtout munies de ces trous qui, cependant, ne seront jamais de fortes dimensions afin d'éviter le défoncement du couvercle lors de l'apprêtage de la pièce au coulage. Les couvercles seront toujours en outre munis de broches afin de maintenir la matière de terre et de sable qui reste suspendue et qui souffre d'autant plus que la pièce reste de temps à s'emplir à la coulée.

Dans les couvercles seront ménagés aussi des trous dans lesquels les évents seront fabriqués. Il faudra toujours avoir bien soin que ces trous possèdent des dimen-

sions assez fortes pour permettre aux évents d'opérer leur retrait en même temps que la pièce coulée.

Quand on a quelquefois plusieurs anneaux de même calibre à couler, on pourra les obtenir en superposant des coulées l'une sur l'autre, c'est ainsi que tel anneau qui est encore rouge sur lequel on répandra à sa surface une fine couche de poussière de sable pourra recevoir une nouvelle coulée, l'opération pourra même se reproduire autant de fois que le permettront les parois de sable qui en limiteront les contours ; il ne faut cependant pas attendre que le retrait de l'anneau coulé soit effectué avant de répandre une nouvelle couche de fonte en fusion. Car alors celle-ci se répandant dans l'espace créé par le retrait, il s'ensuivrait que tous ces anneaux qui subissent le même retrait ne formeraient plus qu'une masse compacte impossible à séparer après le refroidissement.

Il faut toujours éviter de sortir du sable les armatures qui ne sont pas complètement refroidies, car il est arrivé souvent dans ce cas qu'elles se cassent au retrait et diminuent sensiblement la sécurité du travailleur qui est obligé de s'en servir. — Comme on le voit par ce qui précède, la fabrication des armatures joue un grand rôle dans le moulage en terre.

Pour construire un moule en terre, on commence

généralement à fabriquer le fond qui sert de base à tout le travail.

Le fond qui est presque toujours maçonné au moyen de briques ordinaires devra présenter toutes les conditions requises au point de vue de la solidité et de l'échappement de l'air ; l'épaisseur d'une brique ordinaire posée à mortier de terre sur la taque suffit pour les fonds qui n'ont pas de saillies inférieures à la base principale de la pièce à mouler.

Quand il y a saillie, l'épaisseur de la matière à employer varie suivant les dimensions qui doivent être données. Dans tous les cas, les briques maçonnées sur un fond laisseront toujours un léger espace entre elles ; cet espace sera comblé au moyen de cendrées ou de petits cokes qui amèneront à l'extérieur l'air comprimé qui est chassé hors du moule lors de la coulée ; sur les briques maçonnées, une légère couche de mortier de terre sera étendue afin de régler l'épaisseur du mortier de sable qui est appelé à donner les contours et les dimensions au fond.

Dans les fonds de grande importance, il sera procédé à un séchage plus ou moins complet avant de le trousser définitivement au sable.

Pour les fonds de moindre importance, on pourra les trousser d'une seule charge. Seulement dans les

deux cas, après que le troussage au mortier de sable sera effectué, un séchage sera nécessaire. Après le séchage un dernier troussage au fin mortier sera fait, car en séchant, le sable opère un retrait et se difforme. Cette dernière couche rétablit exactement et d'une façon plus définitive les formes et les contours.

Pour bien appliquer cette dernière couche de sable fin, de grandes précautions sont à observer. L'ouvrier fera d'abord manœuvrer sur toute la surface du fond la planche maintenue à l'arbre qui a servi la première fois. Quand il sera bien assuré qu'aucun obstacle ne s'oppose à la marche du trousseau, il enlèvera au soufflet les poussières qui se seront déposées sur les surfaces à trousser, puis, au moyen d'une brosse ou d'une loque, il mouillera à différentes reprises toutes les parties qui devront recevoir la couche de fin mortier.

Il ne se contentera pas de répandre le mortier fin, il le fera adhérer au moyen des doigts au sable qui aura repris une certaine humidité à la suite des opérations qu'il aura subies. La planche à trousser passera le moins possible, parce qu'alors le sable fin ayant une tendance à s'épaissir par suite de l'absorption de sa partie liquide, il arriverait qu'il y aurait surcharge ce qui est mauvais à tous les points de vue. L'épaisseur

de mortier fin à laisser doit toujours être la plus mince possible afin d'épargner les dartres qui ne manqueraient pas de se produire sur une forte épaisseur de mortier fin. Ce dernier troussage sera également séché. Après le séchage, l'ouvrier commencera d'abord par se centrer ; car c'est du centre, de l'aplomb, du niveau et de l'équerre que dépend la bonne marche du moulage en terre. Quand le centre du fond est déterminé d'une façon bien exacte, il sera tracé une section dont les lignes passeront par le point de centre.

C'est au moyen de cette section qu'on déterminera d'une façon bien définie les différentes distances à donner aux formes de la pièce à mouler. Un détail qu'il est bon de ne pas négliger est celui-ci : pour les pièces qui ont une hauteur d'une certaine importance, au-dessus d'un mètre par exemple, et qui par conséquent subissent une assez forte pression dans les parties inférieures, il faudra toujours avoir bien soin de rester plutôt en-dessous des dimensions à donner, qu'au-dessus, voici pourquoi. Si bien qu'une pièce soit emballée, soit dans une cuve, soit dans un simple trou, pour l'opération du coulage, il arrive toujours que les dimensions seront un peu forcées par suite de la pression qu'aura subie le moule à la coulée ; dans ce cas, on pourra appliquer ce principe pour le derrière des

brides, collets ou autres faces, à dresser à la machine à rabotter ; pour l'extérieur des parties à dresser, on pourra laisser subsister l'exactitude des dimensions, parce qu'alors la surépaisseur obtenue par la pression servira de rappel lorsque la pièce sera mise au tour ou à la machine à rabotter ; un léger rappel est du reste toujours nécessaire pour obvier aux différences qui se produisent parfois, quelle que soit l'habileté de l'ouvrier mouleur en terre. Ce principe pourra s'appliquer en partant de la base jusqu'au premier tiers de la hauteur en diminuant toutefois insensiblement.

Cette application sera observée en sens inverse pour les parties ou noyaux destinés à faire le vide de la pièce. C'est ainsi que tel mécanicien se montrera très exigeant quant à la surcharge de fonte à laisser pour le rabottage ou l'alésage ; dans ce cas, pour un noyau de cylindre à vapeur par exemple, au point qui limite le premier tiers de la hauteur à partir de la base, il sera bon de forcer quelque peu le diamètre donné au noyau, parce que c'est à cette hauteur que la plus forte pression se donne au coulage de la pièce ; le bombage produit au noyau à cet endroit ramènera indubitablement une forme cylindrique régulière à la pièce coulée. Poursuivant la fabrication du moule, le mouleur en terre observera bien les dispositions que devront

prendre certaines parties de la pièce à mouler ; pour arriver à un résultat véritablement pratique, il devra connaître à l'avance ces dispositions au point de vue des dimensions de la droite et de la gauche qui devront être suivies dans l'observation du plan.

Quand le fond d'une pièce est tracé, il fixera, au moyen de boulons, la planche du trousseau à l'arbre. Cette planche sera placée à la hauteur déterminée au plan ; toutefois, il sera bon de forcer quelque peu la hauteur à donner à la planche, car il arrive presque constamment qu'en séchant, un moule se tasse quelque peu, et il n'est pas surprenant qu'après le séchage celui-ci a sa hauteur réduite de quelques millimètres.

Pour maçonner un moule, on se sert de mortier de terre ; telle qu'elle est décrite plus haut, on place la brique à environ 15 millimètres de la planche de trousse.

Pour les moules de grand diamètre, on pourra attacher provisoirement à l'arête de la planche à trousser une règle d'une épaisseur d'environ 12 à 15 millimètres.

Celle-ci sert à régler le placement de la brique et le réglage au mortier de terre. Après qu'une chappe est ainsi maçonnée, on enlève la règle et il se trouve qu'une épaisseur régulière est réservée pour le troussage au mortier de sable. Dans ce cas, la maçonnerie

devra subir un séchage provisoire avant de recevoir la dernière couche de mortier de sable. Dans les moules de moindre dimension, il arrive qu'un troussage au mortier de sable doit être fait avant d'avoir subi au préalable un séchage. Dans ce cas, on placera les briques à environ dix millimètres de l'arête de la planche à trousser, on les soudera intérieurement quelque peu avec du mortier de terre assez maigre pour que celle-ci durcisse assez vite à l'air, et on troussera au sable sitôt le maçonnage effectué ; si la pièce présente une certaine importance, il sera bon de sécher quelque peu l'intérieur du moule avant de trousser au fin mortier. Pour les moules qui auront été troussés au sable après un séchage préalable de la maçonnerie, je ne conseillerai jamais de sécher le moule pour le retrousser au fin mortier. Il est préférable de laisser pendant quelques heures ce moule sans feu, afin que le sable ait acquis une certaine consistance qui sera d'autant plus forte que le laps de temps écoulé sera long. Après ce repos, il sera alors procédé au troussage au sable fin qui adhère certainement mieux aux parois que si celles-ci avaient subi un séchage.

Dans les maçonneries, il sera bon de placer à certaines distances des armatures en fonte afin de les consolider, Ces anneaux seront échancrés afin de permettre leur

placement sans enlever l'arbre de trousse (figure n° 60). Toutefois, lorsque plusieurs armatures échancrées devront être superposées, il faudra avoir bien soin d'éviter que les échancrures ne se trouvent placées dans la même direction. Au contraire, elles devront toujours être opposées les unes aux autres, afin de relier complètement la maçonnerie entre elles.

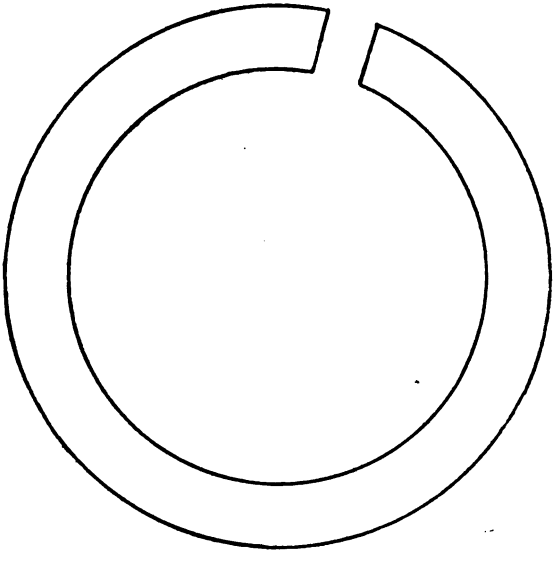


Fig. 60.

Des armatures en fonte trouvent leur application dans ce sens qu'elles consolident fortement les maçonneries, elles évitent les difformités ou ovalisations qui

pourraient se produire en transportant les moules, et puis, elles donnent une certaine force de résistance tant pour l'emballage extérieur du moule dans la cuve que pour la pression intérieure produite au coulage de la pièce.

Cependant, il faut user des armatures avec modération.

D'abord elles constituent une dépense de main-d'œuvre et produisent toujours des déchets de fonte.

Ensuite elles augmentent sensiblement le poids des moules et, dans certaines circonstances, elles pourraient être nuisibles pour le retrait de la pièce.

Dans tous les cas, l'habileté de l'ouvrier consistera à juger de la nécessité d'employer des armatures.

Il arrive parfois que, dans les maçonneries, l'ouvrier devra sculpter certaines parties de la pièce ; il sera placé dans celles-ci des briques en terre ou en sable qui faciliteront le travail après le séchage. Dans les parties maçonnées qui sont destinées à être assez bien entourées de fonte et qui avancent dans celle-ci dans des proportions assez accentuées, il sera toujours nécessaire de faciliter entre les briques la sortie de l'air au moyen de trous percés avant le séchage et même avant le troussage définitif. Ces trous, percés au moyen d'un fil de fer ou d'une baguette d'air, diminueront sensiblement

le danger de production de dartres qui se produisent quelquefois dans les pièces moulées en terre. (Exemple figure n° 61).

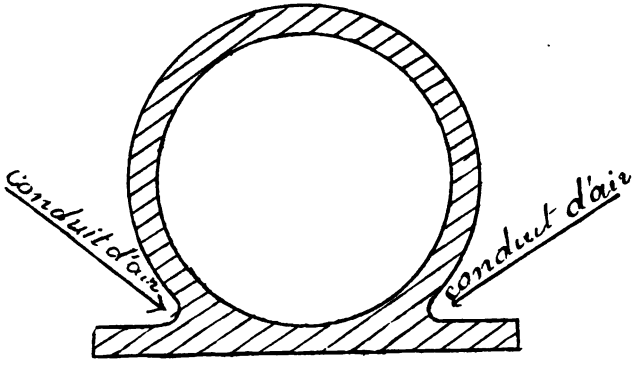


Fig. 61.

Dans les surfaces planes qui se trouvent parfois dans le corps des moules, il sera bon, surtout quand celles-ci sont basées sur des armatures, de faciliter la sortie de l'air en pratiquant le système de trous percés au moyen de la baguette en acier.

C'est en maçonnant un moule que l'on place souvent les jets ou conduits qui doivent introduire la fonte à l'intérieur du moule. Ainsi, la disposition des jets de coulée dépend des formes à donner au moule ; certaines pièces sont coulées par le haut, d'autres de source ou simplement par la base, enfin d'autres par le tiers, la

moitié ou les deux tiers de la hauteur. Ce qu'il faut toujours éviter dans la disposition des jets de coulée, c'est que ceux-ci ne soient disposés de façon que la fonte ne vienne buter continuellement sur certaines parties du moule ou bien que celle-ci, en s'introduisant dans des cavités, ne s'y refroidisse en attendant que le niveau soit atteint par la grande masse de fonte. Le meilleur système à employer pour le coulage des cylindres à vapeur, par exemple, est celui qui consiste à placer dans le corps du moule autant de jets que le comporte l'importance de la pièce, de façon que ceux-ci se trouvent un peu en-dessous de la hauteur de la partie supérieure du noyau de passage, qui se trouve placé sur le haut du cylindre. Dans tous les corps cylindriques, les jets sont placés obliquement, afin que la fonte pressée dans les orifices prenne une direction tournante qui formera, dans le corps du cylindre, la spirale qui amènera toujours à sa surface la crasse qui surnage au-dessus de la fonte. Il est préférable de mettre les jets de coulée à peu près à la hauteur de la partie supérieure du passage d'en haut parce que c'est la partie du cylindre la plus sujette à être remplie de crasses qui se découvrent lors de l'alésage. L'impulsion donnée à la fonte à cet endroit par suite de la disposition des jets de coulée qui se trouvent toujours du côté opposé au

passage, fait circuler la fonte qui se trouve resserrée par suite de la courbe donnée au passage pour former le vide du côté du noyau de piston ; afin d'éviter que le passage ne reçoive trop de pression, il sera réservé à l'endroit qui joint au piston, quelques évents qui permettront de dégager la fonte en-dessus de la courbe. (figure n° 62).

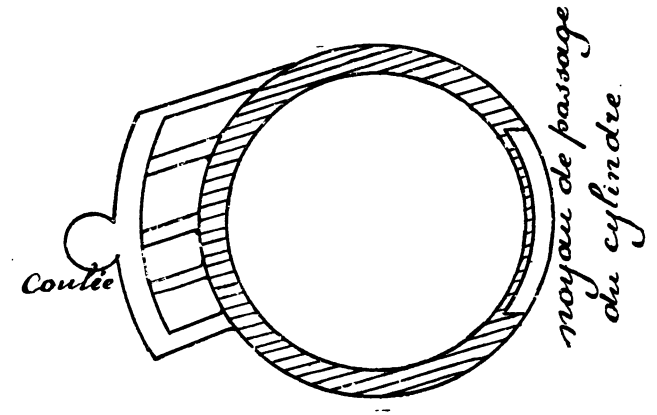


Fig. 62.

Ces évents ne seront pas trop épais afin d'être enlevés facilement au burin ou à l'alésage ; pour les autres pièces, le placement des jets de coulée sera toujours fait aussi haut que possible et dans les conditions les plus favorables à l'écoulement de la fonte.

Dans tous les cas les jets de coulée seront toujours

de dimensions plus restreintes que l'épaisseur de la pièce à l'endroit qu'ils adhèrent. Car, si le cas contraire se produisait, il arriverait que les jets s'arracheraient dans l'épaisseur et amèneraient le rebut ou la dépréciation de la pièce.

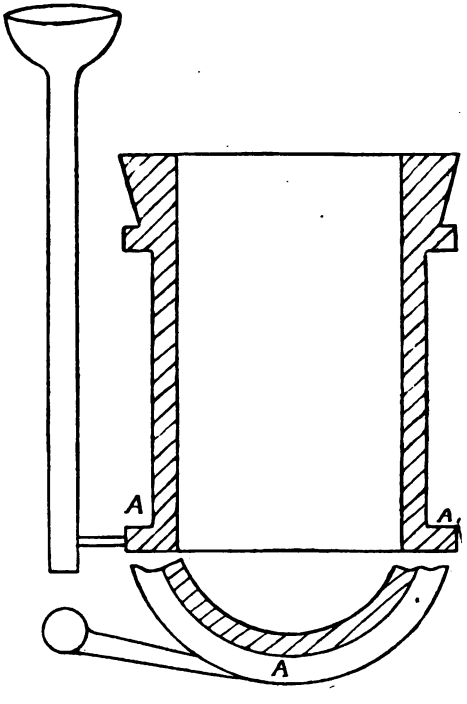


Fig. 63.

Dans tous les cas, le meilleur procédé à employer est de placer à côté les uns des autres plusieurs jets qui,

reliés entre eux à l'extérieur de la maçonnerie, sont disposés de façon à recevoir une tige de dimension suffisante pour subvenir à l'écoulement de la fonte par l'intermédiaire des jets adhérents directement au moule.

Ces jets porteront à leur communication immédiate un petit congé, afin d'éviter un cassage dans l'épaisseur de la pièce. (Voir figure 62 précédente.)

On coule aussi les cylindres à vapeur par la bride inférieure, mais dans ce cas il faut être bien certain que la fonte soit bien chaude afin que les crasses ne s'arrêtent pas dans leur marche ascensionnelle, et il faut surtout que le bassin de coulée soit placé beaucoup plus haut que le niveau supérieur de la pièce à couler, afin que la pression agisse plus efficacement par la différence de niveau. (Voir figure n° 63.)

Pour les jets de source, le mouleur prendra bien soin quand la source avance assez loin dans la surface du fond de la pièce, de consolider avec précaution la partie A qui forme paroi entre le fond du moule et le canal de communication extérieure. Il cherchera l'endroit le plus propice pour le placement de la source, afin que la fonte qui jaillit continuellement rencontre le moins de résistance possible dans son ascension à l'intérieur du moule. (Exemple, fig. 64.)

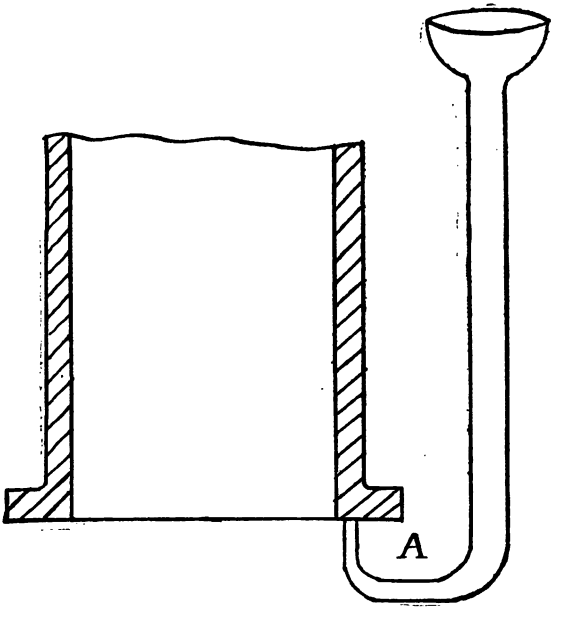


Fig. 64.

Pour les jets à couler directement par le dessus, le même principe sera appliqué ; c'est-à-dire la place la plus propice sera celle où la fonte pourra tomber dans le moule sans en atteindre aucune de ses parties ou de ses noyaux. (Exemple figure n° 65.)

Quand un moule ébauché a subi le séchage de l'étuve ou sur place, le mouleur en vérifie toutes les dimensions pour s'assurer qu'il n'y a pas d'erreurs commises, il lime les différents contours et formes à donner, sui-

vant les indications du plan. Quand cette opération est terminée et que les noyaux d'une pièce sont assez compliqués, il sera bon de procéder à un essayage, car il arrive toujours que si bien que des dimensions soient prises, différentes parties ne revêtent pas complètement

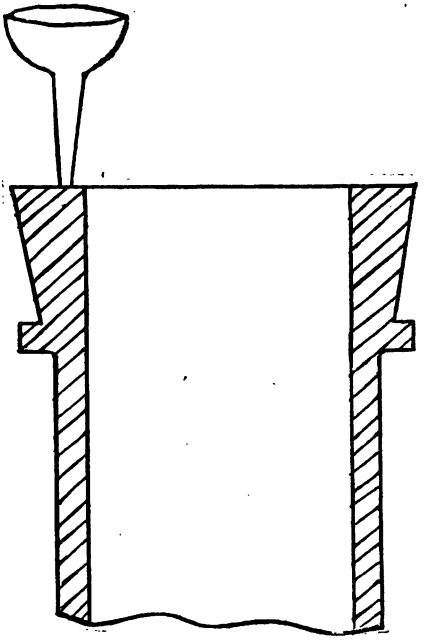


Fig. 65.

les formes nécessaires ; il est toujours plus facile de remédier à ces inconvénients avant l'achèvement complet du moule. Quand toutes ces dispositions sont prises, on procède au réparage au fin mortier.

Pour bien réparer au fin mortier, on commence d'abord par faire disparaître les poussières au moyen du soufflet, on imbibe d'eau toutes les parties à réparer ; cette opération se fait à l'aide d'un pinceau et quelquefois au moyen d'une loque ; on place ensuite le fin mortier sur toutes les surfaces imbibées et au moyen d'une réglette bien droite, on étend sur toutes les faces le mortier fin qui doit servir à donner le fini au moule avant de procéder à l'opération du noir d'étuve.

En toute occasion on prohibe l'emploi du fer à reparer sur le fin mortier, parce que sous son action, celui-ci se blesse et occasionne souvent des dartres. Moins l'ouvrier lissera le fin mortier et plus celui-ci sera résistant à la fonte en fusion. Il devra surtout prendre la précaution de ne pas laisser de surcharge de mortier fin sur la pièce, car ce serait encore augmenter les accidents de dartres et de difformités. Il faut toujours éviter qu'un moule en terre soit brûlé avant de le réparer au mortier fin parce que le mortier nouveau n'adhère jamais dans de bonnes conditions sur le mortier brûlé. Après qu'un moule est réparé, il n'est pas alors toutefois mauvais de le faire brunir par l'excès de chaleur, parce que les grains de paille ou autres matières disparaissent et facilitent le réparage au noir d'étuve.

Après ce séchage, il sera encore procédé de nouveau

à un achèvement des parois et surfaces au moyen de la réglette en bois; mais cette fois-ci, l'opération se fait à sec et sert à obtenir les arêtes et à enlever les surcharges qui auraient pu se produire en opérant à la première réparation. Quand ce travail est terminé, il faudra de nouveau souffler sur toutes les parties du moule, faire un léger arrosage d'eau propre et puis procéder au placement du noir d'étuve. Il a déjà été indiqué plus haut les différentes qualités que doit posséder le noir d'étuve pour être dans de bonnes conditions de placement. Cependant pour le moulage en terre, le noir d'étuve devra être plus épais que pour le moulage en sable.

Le noir d'étuve sera placé sur les parois à noircir, au moyen d'un pinceau et sera poli avec le fer à réparer, le crochet, la truelle, etc.

Il ne faudra jamais chercher à polir au moyen de l'outil les congés d'un moule, le pouce ou le bout des doigts est le meilleur outil en cette circonstance. Un peu d'eau propre passée très légèrement au moyen d'un pinceau ou d'un blaireau fera disparaître les lignes que la main aurait pu produire sur les congés ou autres endroits. Dans tous les cas, la même méthode devra être suivie tant pour le noircissage du moulage en terre, que dans le moulage en sable, c'est-à-dire que

l'habileté de l'ouvrier consiste à obtenir un lissage prompt et régulier sans beaucoup faire passer l'outil de fer sur le noir d'étuve. L'usage de l'outil d'acier est certainement le seul qui consiste à obtenir le poli tant recherché pour les pièces de fonte; cependant il ne faut pas en abuser. Un moule qui serait poli par excès risquerait fort de produire une pièce pleine de dartres.

Inutile de dire que c'est ce qu'il faut éviter en toute circonstance.

Une pièce moulée en terre ne consiste pas seulement dans la partie du moule qui forme l'extérieur de la pièce, le noyautage en forme quelquefois la majeure partie, sinon la plus compliquée; je crois m'être suffisamment étendu sur cette branche dans le chapitre précédent. Les mêmes procédés de noyautage doivent être observés dans le moulage en terre comme dans le moulage en sable; tirage d'air, facilité de retrait, placement de noyaux, etc., sont autant de questions de principe qui trouvent leur application dans ces deux branches capitales de la fonderie de fer. Il reste toutefois bien entendu qu'après l'opération du noir d'étuve un séchage du moule est indispensable.

Différents points doivent cependant faire l'objet d'une étude spéciale dans le moulage en terre.

Par exemple, quand une pièce présente une certaine

surface de fonte à sa partie supérieure, il arrive très souvent qu'après l'enlèvement du couvercle du moule, on constate des défectuosités et ce qu'on appelle communément des fleurs. Il faut pour éviter ces désagréments de se produire :

1° D'abord ménager le plus d'évents possible pour faciliter la sortie de l'air.

2° Que l'armature en fonte qui forme le couvercle soit toujours enduite d'une assez forte couche de mortier, au moins soixante millimètres.

3° Que des conduites d'air soient percées le long de l'armature, c'est-à-dire entre celle-ci et l'épaisseur du mortier, que des trous soient même ménagés dans l'épaisseur de l'armature pour faciliter encore la sortie de l'air.

4° Enfin il est encore bon de brunir le couvercle par un fort séchage ; seulement dans ce cas, il faut que l'armature soit munie de petites broches de fonte qui maintiennent les matériaux suspendus et qui sont soumis à la chaleur qui se dégage du moule pendant le coulage. Une cause qui produit aussi les fleurs, c'est quand le nettoyage des poussières que contient toujours un moule n'est pas fait dans de bonnes conditions ; celles-ci subissant la pression effectuée par l'introduction de la fonte dans le moule, s'élèvent dans les parties

supérieures, viennent coller au couvercle et produisent ces défectuosités qui déprécient si considérablement la valeur des pièces coulées.

La fonte coulée froide produit aussi inévitablement des fleurs, ainsi qu'un coulage trop lent.

Toutes ces causes doivent toujours être évitées avec soin dans le coulage des pièces moulées en terre.

De la fausse volée.

La fausse volée est cette partie de fonte qui dépasse les véritables dimensions à donner aux pièces qui se coulent debout et qui doivent être tournées, dressées et alézées.

La hauteur et l'épaisseur de la fausse volée dépend de l'importance de la pièce à mouler. Dans tous les cas, il est de principe qu'une fausse volée, pour être dans de bonnes conditions, doit être construite de façon que l'épaisseur de fonte à lui donner à l'endroit du contact de la pièce doit être quelque peu supérieure à celle correspondant à cet endroit ; il ne faut pas non plus exagérer cette épaisseur, car il pourrait très bien arriver que lors du coupage au tour de la fausse volée, il se découvrirait des retraits ou cavités spongieuses, par suite d'une trop forte épaisseur de fonte. Au contraire, la partie supérieure de la fausse volée pourra

avoir l'épaisseur plus forte au moins d'un tiers que celle donnée à la base. Ce surcroît d'épaisseur servira à entretenir une chaleur à la fonte qui permettra à celle-ci de fournir aux parties inférieures la matière nécessaire pour obvier aux effets du retrait qui se manifeste

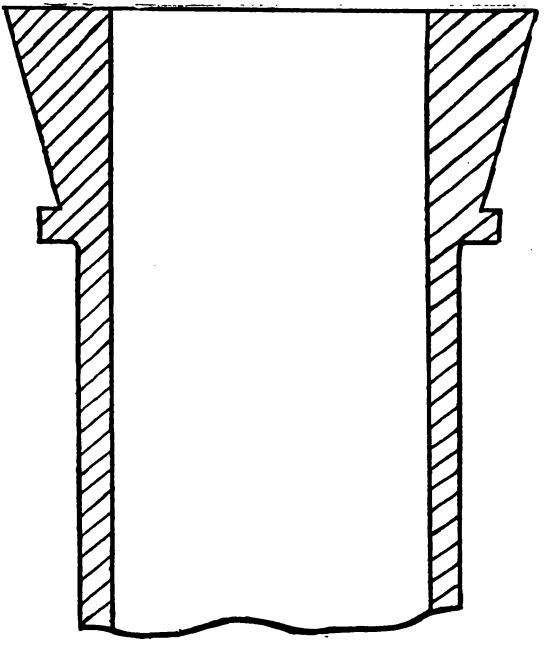


Fig. 66.

dans toute l'étendue de la pièce ; le pompage s'effectuant par le haut tel qu'il est déjà décrit dans le chapitre précédent permettra à cette fonte de se refouler

vers les parties inférieures et insensiblement arrivera ainsi à fermer toute la hauteur de la fausse volée par l'orifice ménagé à sa surface. (Exemple figure n° 66.)

La fausse volée sert surtout à contenir la crasse de fonte ou même de dartres qui pourraient se produire dans le moule.

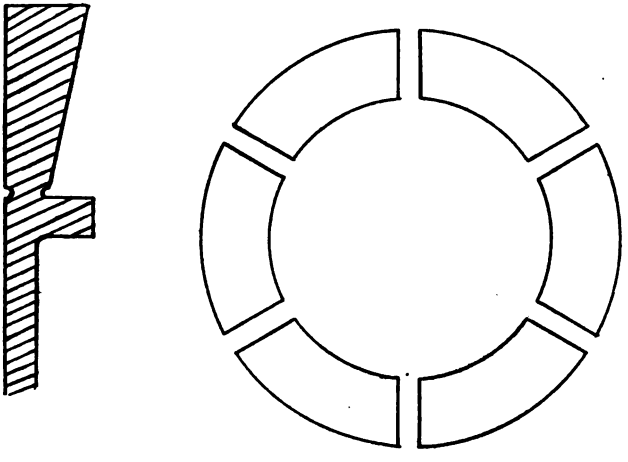


Fig. 67.

Cette crasse surnageant toujours, se trouve ainsi chassée dans la partie supérieure du moule et lorsque l'alésage a lieu, la partie proprement dite de la pièce se trouve épurée et peut ainsi répondre aux exigences du travail.

Il arrive parfois que des pièces sont destinées à subir

de longs transports ou être exportées. Dans ces cas, les fausses volées augmentent considérablement les frais de transport ou de douane. Pour les fonderies auxquelles sont annexés des ateliers de construction, il est toujours aisé de couper sur place ces fausses volées, mais la majeure partie n'ont pas cet avantage ; il résulte alors que les frais de transports pour se rendre aux ateliers de construction, sont très onéreux, sans compter les exigences des constructeurs qui viennent ainsi renchérir encore sur le prix de revient du fondeur. Il importait donc de chercher un moyen d'enlever les fausses volées à la fonderie.

Un dessin (figure 67) représente une fausse volée telle qu'elle est décrite plus haut, avec cet avantage qu'elle peut être enlevée sans passer par le tour.

Il suffit de réserver au noyau d'intérieur, ainsi qu'à la partie extérieure de la fausse volée, une petite bague qui forme un demi-rond d'environ 10 millimètres de diamètre. Cette petite bague se trouve sur tout le contour intérieur et extérieur, à environ cinq millimètres plus haut que la face de la pièce qui doit être dressée. Ces bagues amoindrissent naturellement l'épaisseur de la fausse volée en cet endroit, mais en lui donnant la forme d'un demi-rond la crasse de fonte ne rencontrant aucune résistance, ne s'y arrête pas et monte ainsi

à la surface supérieure. La fausse volée sera ensuite coupée sur son pourtour en quatre, six ou huit parties, suivant l'importance du diamètre ; les noyaux qui forment ces coupages auront leurs parties inférieures taillées en pointes, afin de ne pas arrêter la marche ascensionnelle de la crasse. Après le coulage et le refroidissement de la pièce, un simple coup de marteau donné par l'intérieur détache chaque partie de la fausse volée, juste à l'endroit où les rainures sont en demi rond. Outre la diminution de poids, c'est un avantage pour le mécanicien à qui est épargnée une main-d'œuvre onéreuse, ensuite il permet au fondeur de constater la qualité de la fonte à cet endroit qui est un des plus dangereux dans le coulage des pièces de précision ou qui subissent de rudes épreuves.

On entend encore par fausse volée des surcharges que l'on établit quelquefois sur certaines faces qui se trouvent assez éloignées du corps principal de la pièce. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, les chapelles de cylindre à vapeur se trouvent très souvent éloignées du corps principal et ne peuvent ainsi bénéficier de la fausse volée qui se trouve au-dessus.

Il importe alors de laisser au-dessus de la bride qui doit être dressée et polie une surépaisseur de fonte qui est destinée à contenir la crasse qui aura surnagé dans

toute la hauteur de la chapelle. Cette surcharge sera enlevée à la machine à rabotter ou au burin, et la partie restante sera ainsi exempte de défauts.

Pour toutes les parties qui se trouvent en contre-bas des faces supérieures et qui sont éloignées du corps principal, il faut ménager des évents qui permettent à l'air et à la crasse d'arriver à l'extérieur du moule.

Je ne m'étendrai pas plus longuement sur les différentes espèces de pièces à mouler en terre, le nombre en étant indéfini ; les questions de principe restant les mêmes pour toutes.

Il est cependant encore un point sur lequel l'attention du mouleur en terre doit être apportée.

C'est celui de la fabrication des cylindres à double enveloppe. Pour beaucoup de fonderies, ce genre de pièces est un cauchemar. Cependant c'est la spécialité qui donne encore le plus de bénéfice à l'exploitation, car les mécaniciens ont toujours, jusqu'à présent, conservé cette idée qu'un cylindre à double enveloppe est une difficulté très sérieuse à surmonter et consentent par là à donner un prix plus rémunérateur que pour les autres genres de cylindres.

Un mouleur en terre quelque peu familiarisé avec ce genre de pièce n'éprouvera pas plus de difficulté qu'avec un autre système ; tandis qu'un cylindre à

double enveloppe présente cet avantage qu'ayant deux corps, il est beaucoup plus lourd qu'un simple.

Or, les pièces de fonte se vendant au poids, il y a donc réel avantage de ce côté.

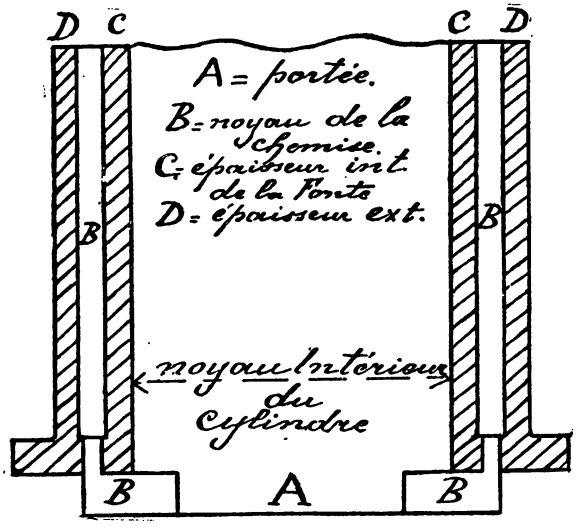


Fig. 68.

Pour bien faire une enveloppe de cylindre, l'ouvrier commencera d'abord par fabriquer le modèle en terre qui devra former l'intérieur du noyau. Ce modèle sera séché sur place, c'est-à-dire au chantier du trousseau.

Après un séchage plus ou moins complet, les vides ou bossages que le noyau (ou chemise) présentera

seront tracés sur ce modèle ; à ces endroits, seront appliqués des morceaux de sable séché qui formeront le vide après l'achèvement de la chemise. Une des principales conditions de la chemise, c'est son placement dans le cylindre ; le meilleur moyen à employer est celui-ci :

Il consiste à donner à la base une forme en équerre, telle qu'elle est décrite à la figure n° 68.

Cette forme revêtira une épaisseur quelconque qui viendra se placer dans le fond du cylindre dans lequel sera réservée une portée de même dimension.

Cette forme en équerre avancera vers le centre de la pièce de façon que son diamètre intérieur soit inférieur à celui du noyau d'intérieur qui formera le corps du cylindre ; celui-ci aura lui-même la partie inférieure du même diamètre que la partie intérieure de la chemise et viendra de la sorte se guider dans ce diamètre tout en appuyant avec son diamètre principal sur la forme en équerre de la chemise. Les armatures de celle-ci auront à leur base le même équerre ; il s'ensuivra de cette façon que le noyau de chemise reposera sur une bonne base au fond de la pièce et sera maintenu en place par le poids du noyau d'intérieur. Ce procédé est avantageux sous tous les rapports parce qu'il empêche la chemise de monter sous la pression de la fonte en

fusion et puis il évite un calage par le dessus, calage qui est nuisible à tous les points de vue ; d'abord : il obstrue souvent la sortie de l'air, et puis l'échauffement des armatures, qui se produit après la coulée, fait allonger celles-ci, qui, étant maintenues par le haut, sont obligées de plier et produisent parfois des inconvénients graves, qui influent considérablement sur la nature des défauts qui amènent le rebut de la pièce. Les chemises ou noyaux d'enveloppe n'ont souvent que des orifices très restreints pour donner passage à l'air ainsi que pour y placer les armatures qui servent à les consolider. Ces orifices sont aussi très souvent les seuls endroits qui donnent accès à l'intérieur de l'enveloppe pour en retirer les matériaux qui ont servi à la fabriquer. C'est par ces seuls orifices que doivent passer les armatures et les conduits d'air. Or, il arrive que leur exiguïté est telle qu'il devient quelquefois presqu'impossible de garantir d'une manière efficace les conduits d'air ; il faut pour cela faire passer en ces endroits une petite buselure en tôle fine qu'on attachera au moyen de fin fil de fer à l'armature. Cette petite buselure aura les deux extrémités logées dans le corps principal du noyau afin d'empêcher une conjonction mal définie de se produire.

Un peu de chanvre pourra même servir de fil d'at-

tache. Ce chanvre sera alors recouvert de la couche de mortier de sable nécessaire pour donner la dimension voulue à l'orifice.

Ainsi placée, la buselure pourra parfaitement être à l'abri de la fonte, et faire communiquer les conduits d'air ménagés dans la partie du corps inférieur à la partie supérieure (figure n° 69.)

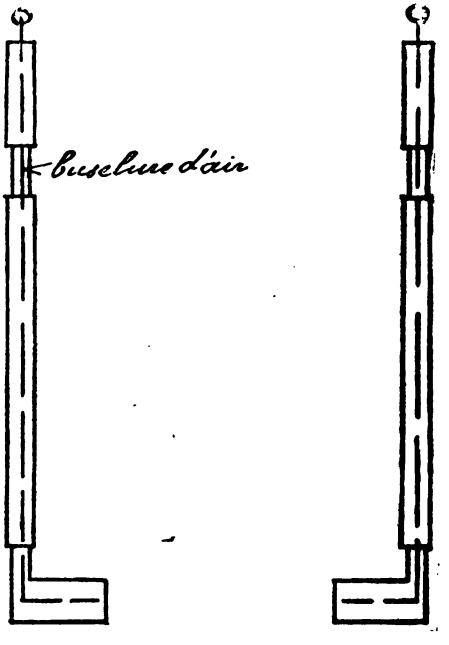


Fig. 69.

Une bonne sortie de l'air est indispensable pour la réussite d'une pièce à double enveloppe.

Quand une pièce de ce genre présente des difficultés pour être coulée de source ou par le haut, il sera ménagé à la chemise vis-à-vis des jets de coulée qui se trouveront dans la maçonnerie extérieure du moule, un vide qui permettra à la fonte de communiquer directement avec le corps intérieur du cylindre.

Cette communication est nécessaire afin d'amener dans ce corps une pression suffisante pour faire monter la crasse aux parties supérieures.

Il reste cependant encore quelques observations à faire sur la façon de fabriquer les noyaux à chemise. Toutes les armatures devront être reliées entre elles au moyen de fil de fer bien serré.

Aucune des armatures ne devra avoir des dimensions plus fortes que les trous d'orifices par lesquels elles doivent sortir lors du nettoyage de la pièce coulée. Avant de recevoir sa couche de noir d'étuve le noyau sera suspendu d'une façon quelconque, afin que les conduites d'air soient bien vérifiées au moyen d'une tresse de fil de fer; toutes les conduites d'air verticales seront reliées entre elles au moyen d'autres conduites horizontales. On pourra voir, au moyen de fumée de tabac introduite avec force par l'un des conduits, si cette fumée sort par tous les orifices à la partie supérieure.

Quand on s'est bien assuré de cette opération, on procède à un lavage de tout le noyau au moyen d'une loque ou d'un pinceau. Quand ce lavage est terminé on le fait brunir par une haute température et puis après son refroidissement on l'enduit d'une épaisse couche de noir d'étuve. Après un dernier séchage on se garde de frotter aucun corps sur les surfaces noircies afin d'éviter l'enlèvement du noir.

Cette précaution est du reste nécessaire pour toute pièce noircie, mais elle pourrait faire sentir des effets plus désastreux dans les noyaux de chemises parce que ceux-ci présentent beaucoup de difficultés au nettoyage.

Tous les conduits d'air seront bouchés au moyen d'étoupe ou de vieux papier en attendant que l'apprêtage soit complètement effectué. Dans tous les cas, ces trous seront toujours bouchés au moyen de mortier à la base et dans tout le corps du noyau, afin d'éviter l'introduction de la fonte qui viendrait obstruer le passage de l'air.

DU REMOULAGE DES PIÈCES EN TERRE.

Après qu'un moule est complètement terminé et séché, on procède au remoulage ; on commence d'abord par placer aux endroits nécessaires les clous d'épaisseur, on brise partout les arêtes extérieures du moule et on en nettoie au moyen du pinceau et du soufflet, les différentes parties. On procède au placement des noyaux et on les maintient en place au moyen de supports ou de boulons.

En toute circonstance il faut toujours éviter l'emploi de supports le plus possible. Si pendant ou avant l'opération du renmoulage on a donné un coup quelconque au moule, on renoircit la partie abimée après avoir au préalable enlevé la poussière au moyen du soufflet. Si des parties présentent quelquefois des gerçures, on pourra enduire celles-ci d'un peu d'huile grasse afin d'éviter la fonte de s'introduire dans la fissure. Quand il y a possibilité de laisser certaines parties inférieures d'un moule ouvertes pendant le remoulage, c'est d'un grand avantage pour retirer toutes les poussières qui pourraient rester dans le corps du moule. Après que toutes les parties d'un moule sont définitivement ras-

semblées, il est nécessaire d'en fermer tous les joints au moyen de mortier surtout ceux qui se trouvent dans le voisinage des conduits d'air.

Après que cette opération est complètement terminée, un dernier séchage est nécessaire afin d'empêcher la fonte de sortir et de se livrer passage par les joints ainsi revêtus d'une couche de mortier.

Le transport des pièces remoulées se fera avec précaution, sans choc, et après que les orifices supérieurs seront bien garantis pour empêcher les poussières ou corps étrangers de s'introduire dans l'intérieur du moule.

DU PLACEMENT DU MOULE DANS LA CUVE.

Avant de placer un moule dans la cuve ou le trou qui lui est destiné, l'ouvrier s'assurera d'abord si le fond de sable qui doit recevoir le moule est bien ferme et dur. Il arrive parfois que des cuves ou trous sont remblayés à une hauteur déterminée sans qu'on ait au préalable, damé les couches de sable qui forment le fond.

Dans ces conditions il ne pourra résister à la pression que la fonte introduite au coulage manifeste de haut en bas et bien souvent des pièces importantes sont manquées à cause des fuites qui se produisent dans les parties inférieures.

Comme on le voit par ce qui précède, la nature du sol sur lequel doit reposer un moule, joue un grand rôle dans le coulage des pièces de fonte moulées en terre.

Il importe donc que tout sol de cuve ou de trou quelconque soit excessivement dur depuis sa base d'origine jusqu'à son niveau. Quand ces précautions sont prises on étend sur la surface durcie une légère couche de sable mou ; le plus de niveau possible.

Alors on laisse descendre le moule tout en prenant soin sitôt qu'il atteint la couche légère, de lui imprimer un mouvement d'avant et d'arrière qui lui permettra de s'asseoir uniformément sur toute la surface. Cette dernière descente s'effectuera avec lenteur afin de permetttre au sable mou de se tasser au fur et à mesure de la pression que lui imprime le poids du moule.

Il sera bon aussi de remarquer si les chaînes qui supportent le moule n'ont pas entravé par dessous les pattes d'attache, le mouvement d'avant et de recul imprimé lors de la descente.

Pour éviter ce cas de se produire, il suffit de creuser au préalable le sol à l'endroit des pattes, il en résulte même une plus grande facilité pour retirer les chaînes qui ont servi au transport.

Quand cette opération est terminée, il faudra s'assurer si en dessous du fond du moule il ne se trouve pas de creux ; pour cela il suffira de fouler tout à l'entour au moyen d'un manche de marteau, d'une fouloire ou d'un morceau de fer quelconque.

Il sera alors procédé au placement des boulons destinés à maintenir le fond à la partie supérieure.

Quand le nombre de boulons ne dépasse pas deux, ceux-ci doivent se trouver vis-à-vis l'un de l'autre de manière que leur ligne d'intersection passe le plus pos-

sible par le centre de la pièce. Si le nombre est de quatre, ceux-ci seront divisés par quart. Pour opérer convenablement le placement d'un boulon, il faut d'abord munir celui-ci d'un solide plateau d'ancrage qui sera disposé de façon que plus de la moitié de ce plateau disparaisse sous la taque de fond du moule.

Pour mettre définitivement le boulon en place il faut qu'il repose sur un morceau de taque qui l'empêche de descendre quand le plateau d'ancrage est calé entre la tête inférieure du boulon et la taque d'assise. Un boulon n'est bien calé que quand il se maintient debout et présente une certaine fixité.

Après le placement des boulons l'ouvrier s'occupera de faciliter l'échappement de l'air du fond de la pièce ; il entourera d'une certaine quantité de paille les petits canaux formés par les interstices des briques qui composent le fond ; il maintiendra cette paille en place au moyen de quelques pelletées de sable ordinaire, et placera de distance en distance des règles en bois qui, lorsqu'elles sont retirées après l'emballage de la pièce, amènent à la surface supérieure l'air emmagasiné au fond. Ces règles seront soulevées à chaque couche de sable superposée et retirées définitivement pour le coulage.

L'épaisseur de ces couches de sable ne devra jamais

dépasser vingt centimètres, surtout dans les parties inférieures. Elles seront foulées au moyen de fouloires bien conditionnées, car des bonnes conditions d'une fouloire dépendent souvent la somme et la qualité de travail que le patron doit retirer de ses ouvriers.

On commencera par fouler le sable qui se trouve tout à fait contre les parois de la cuve, parce que le plus grand nombre de coups de fouloires se portant toujours vers le milieu de la tranchée il arriverait infailliblement qu'une espèce de rigole se formerait et augmenterait les difficultés du travail tout en diminuant sensiblement la bonne qualité de celui-ci.

Pendant que la grande masse d'ouvriers procèdent à cette opération, le chef de la brigade, qui est généralement celui qui a construit le moule, procède à un foulage qui se pratique au moyen d'une étroite fouloire, tout à fait contre les parois du moule.

Cette opération est nécessaire pour éviter que des parties de sable ne soient pas complètement resserrées les unes aux autres.

Lorsqu'après un certain temps il a été frappé à coups redoublés sur la couche de sable, il n'est pas mauvais de procéder à un renivellement, surtout du côté des parois; après ce nivellement il importe de continuer encore pendant quelque temps l'opération du foulage.

Ces couches de sable sont renouvelées autant de fois que le comporte la profondeur du trou à combler.

Il est cependant quelques observations qui doivent être mises en pratique dans l'emballage des pièces.

Lorsque certaines parties du moule présentent des dispositions auxquelles des précautions particulières doivent être prises, les parties trop faibles pour résister à la pression du foulage seront préservées au moyen de gueuses en fonte qui seront disposées de façon que l'action des grosses fouloires ne puisse faire sentir ses effets de pression à ces endroits. Ces gueuses laisseront entre elles et les parois un espace seulement suffisant pour effectuer un foulage au moyen d'un appareil de faible dimension, comme par exemple les fouloires usitées ordinairement dans la fonderie de fer proprement dite.

D'autres endroits du moule qui présenteraient de grandes surfaces qui faciliteraient la pression de la fonte sont maintenues directement aux parois de la cuve par des étançons calés solidement, afin que ceux-ci empêchent ces parois de céder malgré un foulage qui pourrait même paraître exagéré.

Dans les maçonneries dont certaines parties sont sujettes à provoquer les dartres, il est bon d'appliquer contre les parois un peu de paille reliée à une règle en

bois pour dégager l'air qui pourrait s'accumuler en certains endroits.

Pour les noyaux dont le conduit d'air se trouve dans le corps du moule, il doit aussi y avoir des dégagements d'air. Cependant ces dégagements doivent être ménagés avec précaution, c'est-à-dire qu'ils doivent toujours être repris le plus possible séparément, car il arrive parfois que la fonte s'introduisant par une fissure quelconque viendrait à obstruer tous les dégagements qui correspondent à celui qui se trouve atteint. Ainsi par exemple pour les noyaux de passage d'un cylindre à vapeur, quand il y a possibilité, il est préférable de reprendre soit au moyen de ficelle, soit avec des baguettes en osier, chaque orifice d'air qui se trouve être amené à l'extérieur du moule. Dans certains cas la paille est usitée, mais elle doit l'être avec modération et sans excès, car il pourrait arriver qu'une trop grande quantité de paille appliquée contre plusieurs trous d'air provoquerait un affouillement causé par la pression intérieure du moule et provoquerait ainsi une obstruction complète du dégagement d'air par la fonte qui s'introduirait dans cet affouillement.

Quand le vide d'une cuve ou d'un trou renfermant un moule en terre est tout comblé, on procède avant com-

plet achèvement de l'apprêtage de la coulée, au serrement des boutons d'attache et au calage.

On aura toujours la précaution de ne laisser poser les traverses qui servent à boulonner la pièce que sur des bases solides, c'est-à-dire si la disposition de la pièce présente quelque appréhension au sujet d'écrasement qui pourrait se produire à l'intérieur du moule, on ne laissera reposer les traverses que sur des points d'appui qui se trouveront être placés en dehors du moule, c'est-à-dire que ceux-ci reposent sur le sable battu, sur la cuve, ou autre objet. On procède à un boulonnage léger, puis on cale au moyen de taques et de coins en bois, toutes les parties sujettes au soulèvement par la pression de la fonte. Après que le calage est complètement terminé, on serre définitivement les boulons et on vérifie de nouveau si rien ne s'est déplacé.

On découvre alors au moyen du soufflet les évents ou conduits d'air qui se trouvent au-dessus du moule. Dans certaines fonderies, on place sur ces évents des rehausses construites en terre, mais ce système est parfois difficile à appliquer à cause des multiples barres de calage ou autres objets quelconques qui se trouvent souvent au-dessus des moules.

Le meilleur moyen à employer consiste donc à appliquer sur l'évent, un morceau de papier fort sur

lequel viendra s'appuyer avec précaution un modèle d'évent en bois cône et bien poli; celui-ci sera entouré de sable tamisé et bien foulé.

L'épaisseur de cette couche de sable variera de dix à vingt centimètres, selon l'importance de la pièce ; il sera ensuite creusé jusqu'à moitié profondeur de cette couche une cavité pour permettre de recueillir une certaine quantité de fonte, qui au besoin se déversera dans un trop plein. Cette quantité de fonte est toujours nécessaire pour obvier au premier effet de soufflure ou de retrait qui pourrait se produire au coulage de la pièce : il servira aussi de réservoir pour le pompage s'il y a lieu. Quand cette opération de creusage autour du modèle d'évent est terminée, on retire celui-ci du sable qui l'enserre, et s'il s'est glissé dans le vide laissé, quelque objet ou poussière nuisible, on a toujours la faculté de le retirer, attendu que le papier qui ferme le moule aura empêché toute matière nuisible de s'y introduire.

Pour retirer du fond d'un évent du sable ou des poussières sèches, il suffit de mouiller le bout d'une règle que l'on plonge dans l'évent, on retire petit à petit ce qui se trouve au fond.

Ce système employé pour l'apprêtage des évents s'applique aussi bien à ceux de coulée qu'à ceux de

remonte, dans le cas pour les premiers, quand la coulée se fait directement par le dessus.

Pour les conduites d'air ramenées à la surface, il est toujours bon de les arranger de façon que leur niveau supérieur soit plus élevé que les évents de remonte, parce qu'il pourrait arriver, que, lorsque la pièce est pleine et que les trop pleins fonctionnent, ceux-ci fassent déborder la fonte dans les conduites d'air.

Dans certains cas où les pièces sont sujettes à souffler, les conduites d'air sont exhaussées au moyen de bouts de tuyaux qui les mettent complètement à l'abri d'une inondation de fonte.

Il reste toutefois bien entendu que tous les évents ne sont apprêtés dans les pièces à noyaux ouverts que quand ceux-ci sont eux-mêmes comblés et foulés.

Pour combler un noyau dans de bonnes conditions, il faut : quand l'air doit être tiré par le dessus, d'abord disposer au fond une couche de sable d'au moins dix à quinze centimètres ; ce sable doit être bien foulé, afin d'empêcher la fonte de s'introduire dans la conduite d'air, que l'on dispose seulement après que ces conditions sont bien observées.

Si l'intérieur du noyau permet le placement de plusieurs conduites d'air, celles-ci seront disséminées selon les circonstances, les couches de sable seront assez

dûres jusque la moitié de la hauteur, la moitié supérieure n'exige pas un foulage bien serré, il arrive quelquefois qu'un simple tassement au pied suffit. Il reste encore le jet de la coulée à déterminer. Si la coulée naît à la base ou dans le corps de la pièce, elle est ramenée au jour soit par une conduite construite en terre, soit par le même système que les conduites d'air, c'est-à-dire au moyen d'un modèle qui se trouve resserré dans les couches de sable et relevé de temps à autre pour permettre de le retirer totalement après l'apprêtage complet.

Seulement, de plus grandes précautions sont apportées lorsqu'il s'agit d'une coulée que quand il ne s'agit que d'une conduite d'air. Ainsi, le sable qui entoure un modèle de coulée sur toute sa hauteur devra être de bonne qualité et bien tamisé ; le foulage en sera observé de façon qu'il présente une résistance suffisante, afin que les parois ne se détériorent pas en recevant la fonte qui s'introduit dans le moule. Le ou les jets de coulée sont reliés au-dessus du niveau supérieur de la pièce par un bassin en fonte ou en tôle. Ce bassin est enduit intérieurement d'une mince couche de mortier de sable bien séché et placé avec soin.

Il reçoit la fonte qui est déversée de la poche et qui

est destinée à s'écouler par les évents de coulée. Dans certains cas, où il n'y a pas quelquefois possibilité de placer un bassin, on creuse une espèce de réservoir dans le sol même du sable de fonderie, mais on a soin d'en garnir le fond d'une galette au mortier de sable. Cette galette est destinée à recevoir le choc de la fonte qui se déverse de la poche, il va de soi que ce réservoir est relié au jet de coulée et fait l'office de bassin.

Avant de procéder au versement de la fonte, il est nécessaire d'écrèmer la poche qui la contient et de continuer l'écrèmage pendant toute la durée de la coulée ; il faut même avoir bien soin de verser la fonte de façon que le bassin se remplisse continuellement afin de laisser surnager la crasse qui aurait pu échapper à l'écrèmage. Au moment même de couler, il doit être procédé à l'allumage des matières inflammables qui doivent toujours garnir les conduites d'air afin d'éviter toute explosion de se produire.

L'ouvrier qui est préposé au maniement de la poche ne devra cesser de couler que quand les trop pleins auront fonctionné avec succès ou bien quand la pièce soufflerait. Dans ce dernier cas, il importera de continuer le coulage avec un certain ralentissement et ne

toutefois cesser qu'après être bien certain que le trop plein fonctionne dans des conditions normales.

Immédiatement après le coulage, les préposés au pompage introduiront dans les évents de remonte leur baguette de fer qui aura été chauffée au préalable, et procéderont au pompage. Dans les pièces de faible épaisseur, le pompage est inutile; quelques instants après la coulée, les masselottes des évents ainsi que le canal du jet de coulée au bassin, seront soulevés et détachés au moyen de pinces en fer; la fonte en lingot des trop pleins sera aussi divisée en morceaux pendant qu'elle aura conservé sa chaleur maniable.

Le mouleur en terre quelque peu familiarisé avec le coulage de ses pièces, peut déjà préjuger de la réussite de son travail immédiatement après la coulée. Il reste cependant encore un point à examiner. Si la pièce en terre coulée contient des armatures en fonte telles que lanternes, barres de chemise, etc., qui sont maintenues en place au moyen de boulons, il est de toute urgence, quelques instants après que la pièce est coulée, de dégager ces armatures, car en s'échauffant par suite de leur enveloppe de fonte, elles s'allongent et seraient forcées de se plier tout en entraînant dans leur évolution, certaines parties de la pièce qui restent d'autant plus flexibles que la fonte rouge est maniable.

Il importe donc que les boulons soient dégagés et que rien n'entrave ces armatures dans leur allongement.

La même opération s'effectuerait si des poids faisaient l'office de boulons.

CHAPITRE IV.

DU RESSOUDAGE

L'opération du ressoudage des pièces constitue une étude sur laquelle il est nécessaire d'apporter une attention spéciale ; il arrive très souvent que, par suite d'une disposition mal prise, le ressoudage d'une pièce devient défectueux, rend ainsi son emploi impossible et amène par conséquent le rebut.

Je n'aborderai pas ici la question du ressoudage des cylindres de laminoirs ; cette spécialité n'ayant pas été traitée dans ce recueil, mais seulement la généralité des pièces ordinaires et mécaniques.

Avant de ressouder une pièce il importe de s'assurer si aucune armature ou matière quelconque n'empêche pas le retrait de s'effectuer convenablement; si le cas se présente, il s'agit de dégager les parties emprisonnées. On séparera aussi la cassure des moyeux ou des jantes des roues, volants, plateaux, poulies, etc., quand ces pièces seront à couper en deux et qu'elles seront à res-

souder, soit dans les jantes ou dans les bras. Il importe que la partie à ressouder présente toujours une face où la fonte se trouve à vif, c'est-à-dire que la lime ou le burin ait enlevé la surface qui a été en contact avec le moule.

Pour les pièces de grandes dimensions et qui subissent un grand retrait, il faut leur donner dans toutes leurs parties un certain degré de chaleur qui s'obtiendra en rentrant celle-ci dans un séchoir dont le feu sera allumé insensiblement afin de ne pas brusquer la température de la pièce. Après qu'elle sera bien échauffée, elle sera retirée du séchoir et placée dans un trou creusé dans le sable.

On la recouvrira immédiatement de sable sauf à l'endroit à ressouder lequel sera de nouveau chauffé sur place au moyen d'un bon feu au coke.

Cet échauffement devra atteindre la température la plus élevée possible, au rouge blanc s'il y a moyen.

Il reste toutefois bien entendu qu'avant d'avoir rentré la pièce au séchoir, toutes les mesures auront été prises pour apprêter les galettes en terre et autres objets nécessaires au ressoudage ; on choisira donc le moment, pour ressouder, où la pièce aura atteint le maximum de température ; puis on procédera avec la plus grande célérité à l'enlèvement du feu et au placement

des appareils; pendant ce temps, des ouvriers seront occupés au cubilot à se munir de la fonte la plus chaude possible, qu'ils viendront déverser en élevant la poche ou le bassin à la plus grande hauteur qu'il leur sera permis d'atteindre, afin que le poids de la fonte en fusion agisse sur la partie à enlever pour assurer le ressoudage.

Quand la partie à ressouder atteint une hauteur de plus de 4 à 5 centimètres, il importe de laisser échapper une certaine quantité de fonte par un conduit réservé à environ vingt millimètres plus haut que le niveau du fond. Après avoir déversé une certaine quantité de fonte, qui varie suivant l'importance de la pièce, on s'assurera au moyen d'une baguette en fer, si la fonte en fusion a enlevé toute la partie brisée ou défectueuse.

Quand cette partie est enlevée, on bouche au moyen de sable le conduit qui a servi à l'écoulement et on continue à verser pendant un certain temps le métal fondu qui s'échappe par un deuxième conduit ou même par la partie supérieure qui se trouvera toujours être placée quelques millimètres plus haut que le niveau définitif. Cette hauteur de niveau est nécessaire pour enlever au burin la partie supérieure de la fonte qui est souvent défectueuse.

Sitôt que l'opération du ressoudage est terminée, on

recouvre la partie supérieure d'une épaisse couche de poussière de charbon de bois afin de rendre une certaine qualité de douceur à la fonte qui devra être burinée à cet endroit.

Quand on s'est bien assuré que la fonte ressoudée n'est plus liquide, on dégage celle-ci de tous les appareils et du sable qui ont servi au ressoudage, on met à nu toute la partie chauffée, on y applique tout à l'entour des lingots de fonte rouge qui ont servi à l'opération et on rallume immédiatement le même feu qu'auparavant, afin de conserver pendant longtemps le même degré de chaleur qui existait à l'enlèvement du premier feu. Cette chaleur devra être suffisante pour ramener au rouge toute la partie qui avait été chauffée préalablement. On laissera refroidir le tout pendant un certain laps de temps; quand le refroidissement sera complet on enlèvera tous les matériaux ; on tamisera le sable d'alentour et on évitera pendant toute l'opération les courants d'air. On s'abstiendra complètement d'arroser la pièce, et on la laissera pendant quelques heures encore à l'intérieur de la fonderie, afin de ne pas la soumettre trop brusquement à la température extérieure.

Un ressoudage fait dans ces conditions donnera toujours nonante pour cent de réussite.

Il existe encore un moyen d'assurer la réussite du

ressoudage pour les pièces cassées au retrait ; par exemple les jantes de poulies, engrenages, volants ou autres ; il suffit pour cela d'agir sur l'élasticité de la pièce en ouvrant la cassure au moyen d'un coin de fer ou d'une cale ; l'introduction du coin provoquera une tension extérieure qui, produite avant le ressoudage tendra naturellement à se resserrer après, et diminuera ainsi le danger d'un nouveau cassage au retrait qui se reproduit de nouveau en refroidissant. Cette expérience simple est cependant peu répandue quoique donnant presque toujours de bons résultats.

Dans tous les cas, le principe du ressoudage repose sur l'élévation de la température à donner à la pièce avant comme après le ressoudage.

Dans beaucoup de cas, on peut ressouder des pièces en versant la fonte par un seul évent, ainsi, par exemple, telle bride ou partie supérieure ou plane d'une pièce aura une soufflure, ou autre cause quelconque, le burineur mettra à nu la fonte sur toute la surface à ressouder, sur toute cette partie on appliquera (après échauffement de la pièce bien entendu) une galette de sable séché, ou de noyautage — dans cette galette il sera réservé un évent à chaque partie extrême de la partie défectueuse — cette galette ainsi fabriquée sera appliquée sur la pièce chauffée, deux modèles d'évent seront

placés dans les trous de la galette, qui sera emballée avec du sable ordinaire. Les deux évents seront retirés, l'un servira de coulée, l'autre de remonte. L'évent de coulée sera surélevé d'au moins dix centimètres par rapport à l'évent de remonte.

La fonte versée continuellement finira pas refondre la partie défectueuse, et le ressoudage s'effectuera dans de meilleures conditions que s'il était fait à découvert. (Voir figure n° 70.)

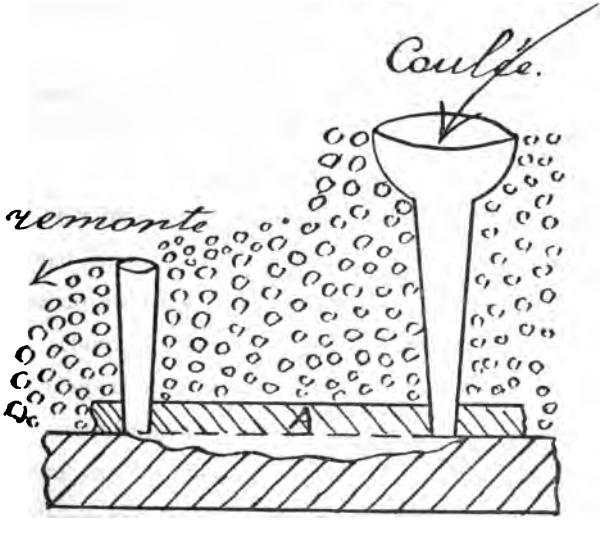


Fig. 70.

La galette A devra être chargée, ou tout au moins le châssis dans lequel elle sera enserrée de sable, afin de

l'empêcher de se soulever sous la pression de la fonte lorsque celle-ci sera versée dans l'évent.

Ce système est très avantageux sous tous les rapports.

1° Il ne laisse pas de surchage à enlever au burin autre que les deux évents.

2° On peut encore recueillir dans une poche disposée en conséquence la fonte qui s'échappe de l'évent de remonte, ce qui diminue ainsi considérablement les frais de ressoudage, car cette fonte peut encore resservir à la coulée de pièces qui ne nécessitent pas tout spécialement une fonte excessivement chaude.

CHAPITRE V.

DE L'EBARBAGE.

De l'ébarbage d'une pièce dépend souvent la beauté de celle-ci. En effet, une pièce bien moulée et mal ébarbée perd au moins la moitié de ses qualités, et par conséquent, perd de sa valeur.

Il importe donc que toutes les pièces destinées surtout à la construction mécanique soient bien nettoyées et bien ébarbées.

L'ouvrier ébarbeur aura toujours soin d'éviter que les arêtes des pièces, les jets de coulée et de remonte, etc., soient taillés trop profondément et d'une façon maladroite. Il devra toujours s'appliquer à rendre à celle-ci un cachet artistique qui tienne un peu de l'ajusteur, — c'est-à-dire que là où les défauts de raccord, d'un moulage mal réussi, de dartres, se seraient produits à une pièce, il devra ramener les parties difformes et vicieuses à leurs justes dimensions et à leur état primitif. Si le cas se présente, comme il arrive du reste souvent, de rencontrer, après l'enlèvement du jet, une sur-

face défectueuse dont le principal défaut ne serait que celui d'être nuisible au coup d'œil, il s'appliquera à la réparer au moyen de morceaux de fonte bien proportionnés aux défectuosités, c'est-à-dire qu'il introduira à coups de marteau et même de chasse, ces morceaux, qui dépasseront la surface, afin de présenter une certaine partie au burin qui les enlèvera en même temps qu'il nivellera le restant du jet ; ce système évitera l'emploi du mastic, qui est toujours accueilli avec défiance par les clients. Quand il sera impossible de dissimuler un défaut de cette façon, on aura recours au mastic de fonte.

Différentes manières concernant l'emploi du mastic de fonte sont énumérées plus loin.

Le mastic mis à chaud est très usité pour les pièces mécaniques. Le mastic à froid est employé pour les pièces qui doivent subir la chaleur, ainsi que pour les pièces de construction, de bâtisses, etc., de peu de valeur.

Ce dernier est moins coûteux que le mastic placé à chaud. Quand on veut dissimuler l'emploi du mastic, il faut avoir la précaution de ne pas buriner définitivement les jets ou arêtes qui se trouvent dans les environs du mastic.

Voici pourquoi :

Quand le mastic est placé et refroidi, on frotte toute la surface au moyen d'un morceau de coke brûlé. On cherche pour cet emploi un coke qui présente une certaine face assez plane. Ce frottement a pour résultat de polir le mastic et d'en faire disparaître les surcharges qui auraient pu se produire ; on applique ensuite, au moyen d'un pinceau, une couche de noir d'étuve dans lequel il aura été fondu une certaine quantité de colle.

Le liquide sera chauffé pour être placé, afin d'être assuré que la colle est toujours délayée. On laissera sécher à l'air cette espèce de peinturage, puis on terminera définitivement le burinage des jets, dartres, etc.

Ce burinage frais, détournera complètement tout soupçon de matières étrangères et l'œil le plus expérimenté aurait de la difficulté à découvrir le moyen employé pour dissimuler l'emploi du mastic.

On enlève le sable brûlé adhérent aux pièces au moyen de brosses spéciales, ou bien au moyen d'un grattoir en acier ; le frottage au coke brûlé donne à la pièce un poli qu'elle n'a pas au grattage ou à la brosse.

Dans les pièces a noyaux, l'ouvrier burineur aura toujours la précaution de n'enlever les matériaux qu'avec circonspection, il aura même soin de se faire

renseigner par le chef ou le mouleur sur la nature des pièces à l'intérieur, afin d'éviter les bris de celles-ci en opérant le nettoyage des noyaux.

Il évitera toujours de laisser dans les vides des matières ou armatures qui pourraient obstruer les orifices et conduits intérieurs. Il agira avec prudence lorsqu'il devra briser les armatures et les retirera sans les détériorer quand il y a possibilité.

Enfin, il devra être fier de son travail qu'il accélèrera d'une façon qui ne permettra pas d'obérer trop sensiblement le prix de revient de la fabrication.

DE LA MANŒUVRE.

La manœuvre dans une fonderie de fer est aussi une condition essentielle au point de vue des produits fabriqués.

Un bon manœuvre s'appliquera à connaître tous les châssis et le matériel de la fonderie dans laquelle il est occupé.

Il s'ingéniera à prévenir les besoins des mouleurs qu'il est appelé à servir, il agira toujours avec prudence et célérité dans les manœuvres des grues et autres appareils, il sera économe, il usera avec modération des marchandises dont il disposera, soit pour allumer les feux, soit pour graisser, etc. Il prendra soin des outils qui lui seront nécessaires dans l'emploi de son travail, il ne laissera pas traîner dans le sable ou dans les déblais les débris de fonte qui proviennent des coulées, etc.

En un mot, c'est du manœuvre que dépend le bon ordre et la propreté d'une fonderie.

DU CUBILOT.

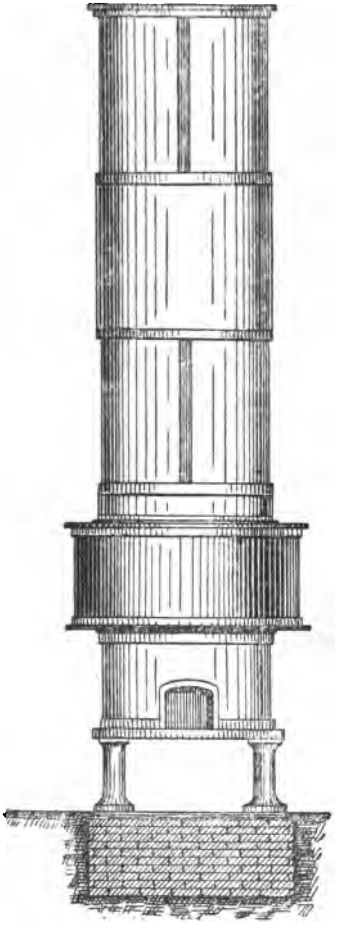


Fig. 71. Cubilot type ordinaire.

La figure n° 71 représente un cubilot ordinaire, il est monté sur colonne, afin de permettre l'évacuation du combustible après la coulée.

Le fond du cubilot est fermé au moyen d'une porte à charnières, il suffit d'enlever la fermeture pour que la porte fonctionnant sur ses charnières, donne passage au combustible qui se trouve dans le cubilot et qui s'évacue ainsi par le dessous.

Ce système est beaucoup plus avantageux que celui usité dans beaucoup de fonderies, qui consiste à tirer par un gueulard au moyen

de longues tringles en fer tout le feu qui doit être éteint à sa sortie.

Très peu de fondeurs ont jamais pensé à tirer parti de cette chaleur perdue que l'on retire des cubilots après la coulée.

Cependant quand on peut disposer le séchoir à proxi-

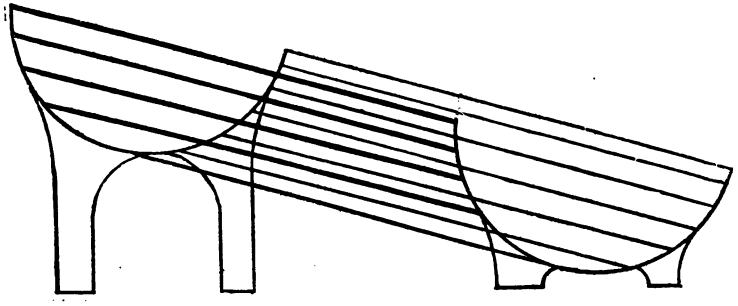


Fig. 72.

mité des cubilots on peut facilement utiliser (et réaliser ainsi une notable économie) le feu du cubilot, en tirant celui-ci dans un chariot qui est ensuite rentré au séchoir, ou même en faisant prendre la direction du foyer fixe du séchoir, au coke incandescent qui tombe dans une trémille qui l'amène ainsi en place.

La figure n° 72 représente une trémille que l'on place vis-à-vis du gueulard ou en dessous du cubilot après que la crasse en fusion est évacuée. Une pente la plus accentuée possible vers le foyer du séchoir est donnée

à cet appareil qui est retiré après que tout le combustible utilisable est sorti du cubilot.

Ce système présente un avantage, celui d'éviter le bois d'allumage pour le feu du séchoir, il évite l'extinction qui doit avoir lieu quand ce feu n'est pas utilisé, et le coke continuant à brûler dans le séchoir ne constitue pas vis-à-vis du cubilot un dépôt qui doit toujours être enlevé le lendemain.

La chemise intérieure d'un cubilot doit être maçonnée en briques réfractaires de bonne qualité, maçonnées au mortier de terre plastique.

Dans certains endroits où l'on peut se procurer assez facilement du sable réfractaire, on pourra faire cette enveloppe en emballant une certaine épaisseur de sable contre la tôle, il suffit pour celà d'avoir un modèle qui, placé au milieu du cubilot, laisse un intervalle suffisant pour obtenir une assez forte épaisseur de sable.

Ce sable doit être foulé bien dur et râclé pour donner une forme cônique à l'intérieur du cubilot afin de faciliter la descente des fontes et du coke lors de la fusion.

Il arrive très souvent même qu'un cubilot qui est ainsi entouré d'une chemise de sable résiste plus longtemps qu'une maçonnerie en briques réfractaires ; il est cependant presque toujours nécessaire que des

briques réfractaires, voire même des briques en fonte, garnissent la partie supérieure du cubilot sur au moins un mètre de hauteur, afin que cette paroi qui reçoit tous les chocs continuels du chargement résiste aux coups lorsque le chargeur jette les fontes dans le cubilot.

Lorsqu'après la coulée le cubilot est plus ou moins détérioré à l'intérieur, l'ouvrier fondeur y entrera, et avec un marteau et un burin, il enlèvera les crasses qui adhèrent aux parois, ensuite au moyen d'un mélange d'argile, de terre plastique ou de sable gras, il aspergera toutes les parties à réparer, il rétablira au moyen de sable bien battu les parties défectueuses de la chemise.

Il arrangera toujours le fond du cubilot en pente vers le trou de sortie de la fonte en fusion, il arrangera le gueulard de façon qu'il puisse piquer et boucher convenablement la fonte en fusion.

Il s'assurera toujours que les tuyères qui donnent le vent soient constamment bien propres et bien claires pendant la coulée.

De temps à autre il laissera écouler la crasse de fonte par un conduit réservé à cet effet soit dans le gueulard, soit à un autre endroit du cubilot.

Il aura toujours à sa disposition un composé de terre

Fig. 73.

Fig. 74.

Fig. 75.

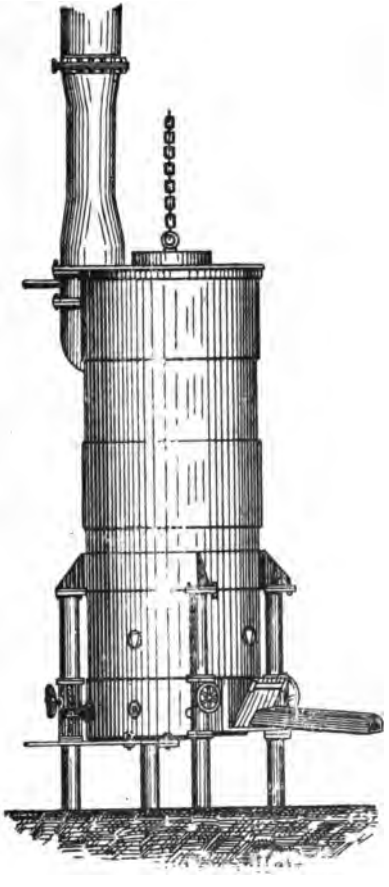


Fig. 76. Cubilot à jet de vapeur.

ou de sable dans lequel il sera mélangé une certaine quantité de crottin de cheval (si par hasard l'argile ou le sable se rendait trop dur pour la piquée). Ce composé servira à faire des bouchons, qui, fixés au bout d'un outil spécial (fig. n° 73), serviront à boucher le gueulard chaque fois que ce sera nécessaire. Enfin le fondeur s'appliquera à avoir toujours le gueulard bien propre et d'une piquée facile, il nettoiera chaque fois l'orifice au moyen d'un fer forgé en forme de lance (fig. n° 74) ensuite au moyen du fer à piquer (fig. n° 75), il percera le trou qui étant ainsi dégagé du bouchon précédent présentera une surface facile à percer et ensuite à boucher.

Un autre cubilot dénommé cubilot à jet de vapeur (fig. n° 76) se distingue des autres en ce que le tirage est produit par un jet de vapeur, ce qui dispense de l'emploi d'un ventilateur et de tous ses accessoires : moteurs, tuyères, conduites, etc.

Il présente certains avantages qui sont les suivants :

1° Pas de projection d'étincelles ni de flammes visibles au gueulard, aucun bruit gênant, pour le voisinage, ce qui permet d'installer ce cubilot au centre des habitations.

2° La consommation de coke est d'après l'inventeur de ce cubilot très sensiblement réduite, ses données

sont les suivantes : pour des couches séparées de 600 k^os de fonte brute par exemple, il n'emploie que 36 k^os de coke par couche, non compris le coke d'allumage bien entendu, dont toujours, d'après ses calculs, il ne faut

COUPOLE « RAPID » STEWART.

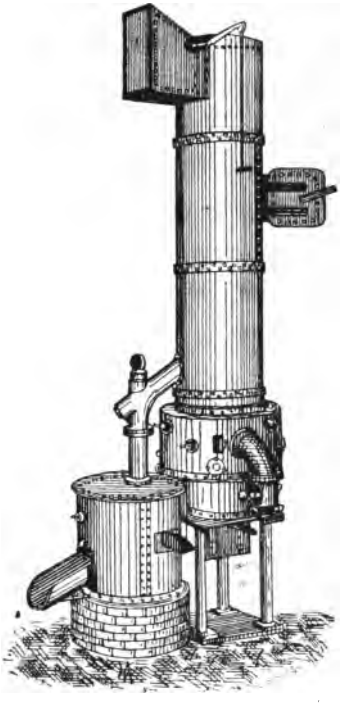


Fig. 77.—Elévation.

qu'une couche de 700 m/m de hauteur. Comme dans les autres cubilots, une partie de ce coke se retrouve après la fusion et peut servir dans les étuves.

3° L'économie dans les déchets comparativement aux cubilots à vent forcé est de 2 à 5 p. %.

COUPOLE « RAPID » STEWART.

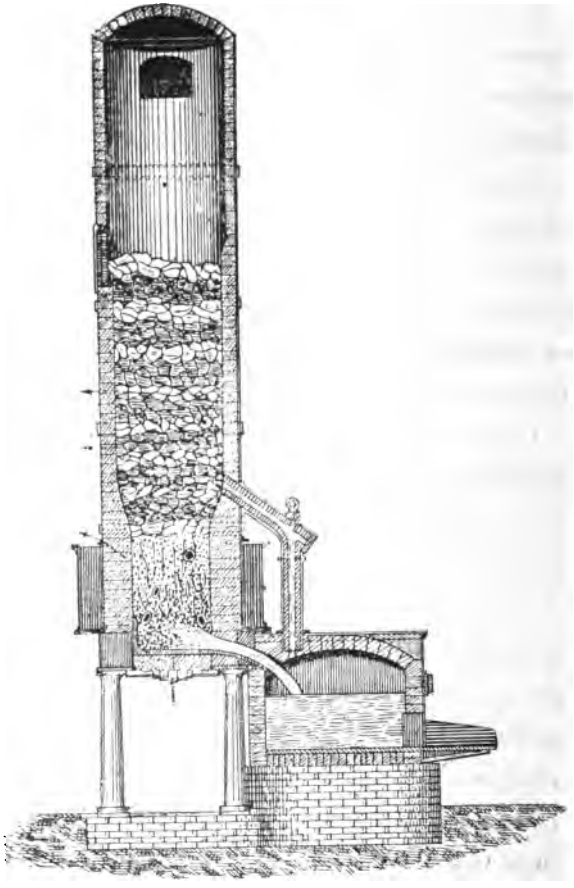


Fig. 78. — Coupe.

4° Ce cubilot produit une fonte pure, dense et douce, et permet d'utiliser des fontes de qualité ordinaire, en faisant ainsi des économies considérables.

En ajoutant à cette économie très importante la faible consommation de coke, l'économie dans les déchets, on trouvera que les frais d'installation sont vite compensés (note de l'inventeur).

Le cubilot « rapide système Stewart » (fig. n° 78) se compose de deux parties : le cubilot proprement dit, dans lequel s'opère la fusion, et le récepteur servant à recueillir le métal fondu et dont le modèle ordinaire est suffisant pour contenir la production d'une demi-heure de fusion.

Les tuyères sont boulonnées sur l'enveloppe du cubilot, de façon à y forcer l'air directement pour éviter qu'il ne se perde dans la maçonnerie comme cela arrive fréquemment.

Ce cubilot rend de très grands services quand il s'agit d'obtenir d'assez grande quantité de fonte à la fois, attendu que celle-ci sortant du cubilot proprement dit au fur et à mesure de la fusion s'emmagasine dans le récepteur et conserve ainsi une fluidité qu'elle perdra certainement en partie lorsqu'elle doit être emmagasinée dans la poche de coulée par petite quantité.

Du chargement du coke et de la fonte dans le cubilot

dépend souvent une bonne fusion ; aussi le fondeur s'appliquera à se rendre compte par lui-même et cela dans la plus large mesure du possible, de la façon dont l'ouvrier préposé à cet effet s'acquitte de sa besogne.

La tâche de l'ouvrier mouleur ne s'étend pas à la question du chargement du cubilot, cette tâche est dévolue à un manœuvre appelé chargeur.

Le patron ou le chef de la fonderie aura constamment l'œil fixé sur cet ouvrier afin qu'il charge dans le cubilot les différentes qualités de fonte qui constituent souvent plusieurs mélanges dans le cours d'une même coulée.

Avant de charger les premières fontes dans le cubilot, il est de toute nécessité que le feu soit bien allumé jusqu'à une hauteur qui dépasse quelque peu l'orifice des tuyères. Le niveau du coke versé dans le cubilot avant le chargement des fontes atteindra toujours au moins 600 $^{m}/^{m}$ de hauteur au-dessus du niveau des tuyères à vent. Le feu ne devra pas toutefois être allumé absolument trop longtemps avant de charger les fontes, car il pourrait arriver qu'étant trop consumé, le coke ne serait plus suffisant pour fondre les premières charges de fonte, celles-ci descendraient aux tuyères avant une complète fusion, et le vent froid chassé par le ventilateur viendrait refroidir cette masse de fonte qui, tout en

obstruant le passage du vent empêcherait les autres charges de fondre.

Le volume des charges de fonte est calculé d'après la capacité du cubilot.

Après que chaque quantité de fonte formant la charge est lancée dans le cubilot, une certaine quantité de coke qui varie selon l'importance de la fusion recouvre celle-ci, et ainsi de suite au fur et à mesure que la fusion se produit.

Le cubilot doit toujours être comblé jusqu'au-dessus afin que, pendant que les charges inférieures entrent en fusion, les charges supérieures s'échauffent et profitent de la chaleur chassée de bas en haut par la pression du vent ; c'est ce qui justifie ce principe, que plus un cubilot est haut, plus la fusion est accélérée.

Le chargeur aura soin de mélanger dans les matières qu'il charge au cubilot des pierres concassées, afin que celles-ci en se désagrégeant par la chaleur donnent de la fluidité aux crasses qui se dégagent de la fonte et du coke pendant la fusion.

De la soufflerie.

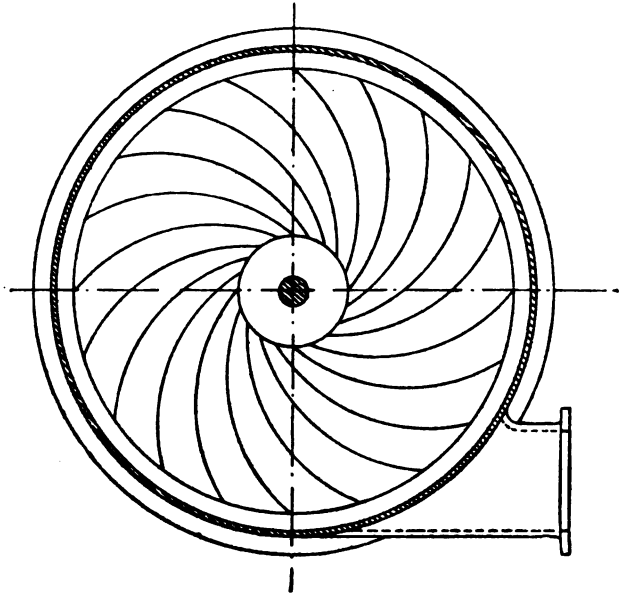
En faisant choix d'un ventilateur, on compte généralement qu'il faut un mètre cube d'air pour fondre un kilogramme de fonte, mais on a tout intérêt à prendre un appareil d'un diamètre suffisant pour n'être pas obligé de le faire tourner plus vite.

Il est bon d'employer des cubilots de grande hauteur et de faible diamètre, et de marcher à une pression de 500 à 600 $^{m}/^{m}$ de colonne d'eau. La fonte est alors plus chaude, la fusion plus rapide et la consommation de coke réduite.

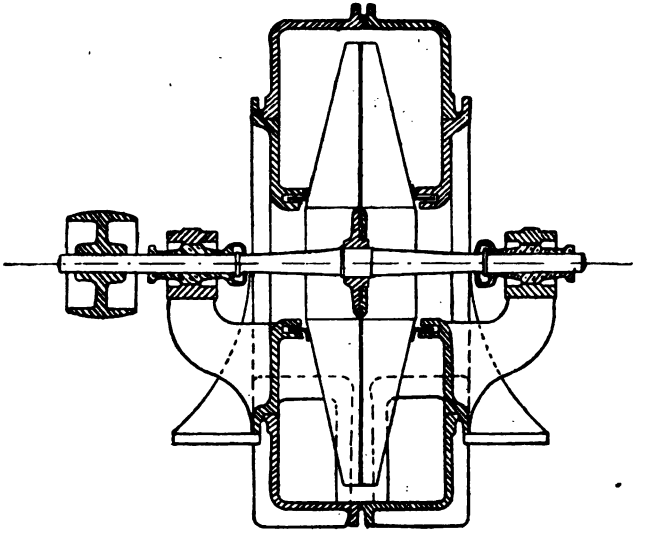
La figure n° 79 représente un ventilateur système Farcot.

La figure n° 80 représente un ventilateur système Roots.

Fig. 79. — VENTILATEUR ASPIRANT ET SOUFFLANT, SYSTÈME FARCOT.



Coupe par la turbine.



Coupe verticale.

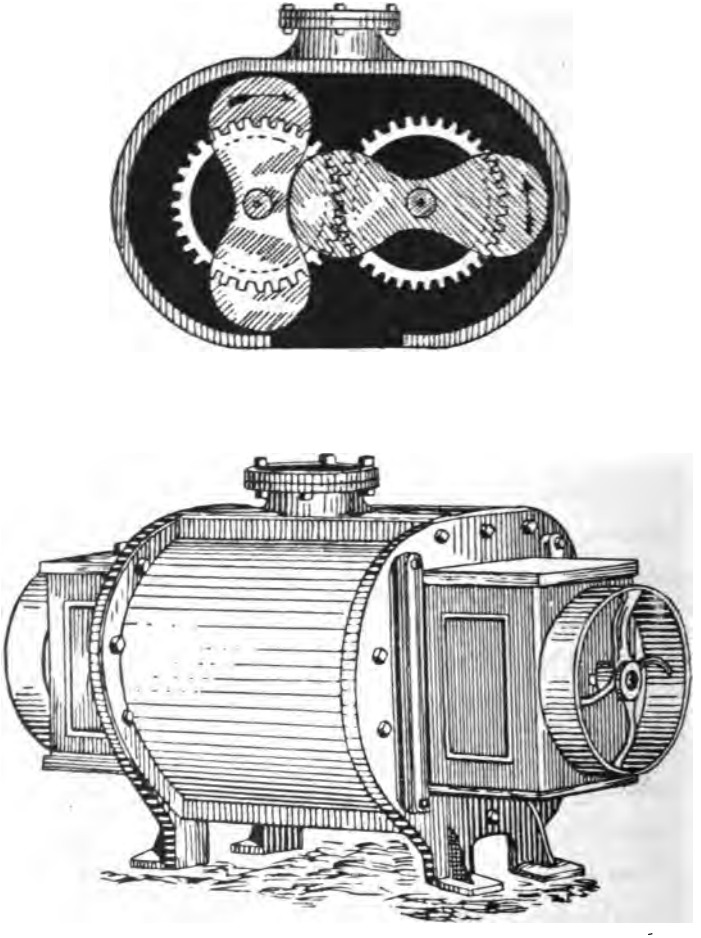


Fig. 80. — Ventilateur système Roots.

CHAPITRE VI

DU MÉLANGE DES FONTES.

Je n'entrerai pas ici dans les détails circonstanciés qui particularisent généralement les données techniques des différents traités sur la nature et le mélange des fontes.

L'ouvrier, en général, n'est pas assez avancé pour retirer un avantage réel et pratique de ces données, qui ressortent trop souvent du domaine de la chimie.

Il importe donc, pour l'ouvrier fondeur et contremaître, de connaître pratiquement le genre et la qualité de fonte à employer pour le coulage des différentes pièces qu'il est appelé à fabriquer.

Si la pièce présente de fortes épaisseurs, il aura toujours soin de faire un mélange tel qu'au moins la moitié de la fusion soit composée d'une fonte très serrée ; il obtiendra généralement ce résultat en employant de la mitraille, c'est-à-dire des pièces coulées et hors d'usage. Pour les pièces mécaniques et de résistance, il s'abstiendra complètement d'employer de la fonte brûlée ou truitée.

L'autre moitié sera composée de fonte neuve, d'une qualité proportionnée à l'emploi de la pièce.

Si la pièce présente des épaisseurs minces, la quantité de mitraille diminuera sensiblement et n'entrera plus dans le mélange que pour environ un quart : des fontes fortes pour un quart et des fontes douces pour la moitié.

L'ouvrier quelque peu familiarisé avec la nature des fontes reconnaîtra immédiatement que, dans une pièce de faible épaisseur, la fonte perd de sa qualité, c'est-à-dire qu'elle acquiert une plus grande dureté que dans les pièces de forte épaisseur. Dans celles-ci la fonte a, au contraire, une tendance à devenir poreuse et tendre.

Dans les pièces qui doivent être alésées et soumises à un frottement continu, comme par exemple les cylindres à vapeur, le grain de fonte devra se présenter sous une forme excessivement serrée, et devra être exempt de toute porosité. Pour obtenir ce résultat, il devra être employé une fonte exceptionnellement forte, serrée et exempte surtout de toute matière sulfureuse.

Le résultat est parfois obtenu en mélangeant des fontes (bonne mitraille avec de la fonte neuve spéciale).

Pour les pièces ordinaires, il suffira d'employer un mélange de fonte douce par moitié, et moitié mitraille, jets et débris de coulée.

Les pièces qui devront résister à une température élevée, telles que chaudières, cornues à gaz, seront coulées au moyen de fonte forte à laquelle on adjoindra par moitié de la mitraille de fonte brûlée de façon que le grain obtenu soit serré et même truité.

Les grilles de foyers les plus résistantes sont coulées au moyen de fontes brûlées au point que celles-ci peuvent même être complètement blanches et cristallisées.

Dans tous les cas ces données ne doivent servir que de bases à la pratique, car il importe que des essais soient souvent renouvelés pour obtenir des épreuves concluantes sur les qualités des fontes à employer.

Cependant, dans bien des cas, l'œil du fondeur doit suffire pour reconnaître les qualités des produits qu'il emploie.

CHAPITRE VII

DU MODELAGE

La construction des modèles présente des applications tellement variées que je me bornerai ici à ne tracer de cet état que les grandes lignes qui doivent servir de base à l'étude de ce métier.

En effet l'art du modeleur ne peut être assimilé à la menuiserie ordinaire ; il exige des connaissances spéciales, tant par rapport au moulage qu'au dessin industriel. Il serait surtout de toute nécessité qu'avant d'apprendre ce métier l'ouvrier eut fait un stage dans une fonderie de fer ou tout au moins qu'il s'initiât à la fois à ces deux professions.

Il dépend très souvent des dispositions données à un modèle, pour faciliter le moulage des pièces, en supprimer les difficultés, en assurer la réussite, et diminuer parfois très considérablement le prix de revient du moulage.

Pour les modèles qui sont appelés à un grand usage, c'est-à-dire qui doivent être moulés plusieurs fois, il importe de leur donner toute la solidité désirable, et surtout de ne les fabriquer qu'avec du bois sec et de

première qualité. Pour les modèles faciles à assembler, le sapin peut être utilisé avec avantage. Dans les modèles de faible épaisseur, il est préférable d'employer le chêne, seulement ce dernier est très coûteux.

En toute occasion, l'ouvrier modeleur s'appliquera à reconnaître, par la pratique, les différentes parties d'un modèle qui devront se démonter pour en rendre possible le moulage ; quand ces parties doivent être fixées provisoirement au modèle proprement dit, l'emploi de la vis est généralement adopté, parce qu'il permet à l'ouvrier mouleur de détacher ces parties sans les détériorer et sans secouer le modèle qui se trouve parfois enserré dans le sable.

Des dimensions d'un modèle dépendra le nombre de trous d'ébranlage qui devront être réservés pour la facilité de l'enlèvement hors du sable. Aux endroits d'ébranlage, le modèle sera consolidé de façon que les coups portés par l'ouvrier mouleur agissent sur l'ensemble du modèle et force celui-ci à se déplacer uniformément vers la direction qui lui est imprimée par l'ébranlage.

Les trous d'ébranlage sont munis d'une plaque de fer assujettie au moyen de vis à bois.

Cette plaque empêche le déchirement du modèle et concentre les efforts effectués par l'ébranlage.

Pour faciliter la sortie d'un modèle hors du moule, on le construit de façon qu'il présente à toutes les faces verticales une certaine dépouille, c'est-à-dire que la partie qui sera disposée inférieurement dans le sable sera de dimension quelque peu moindre de celle qui est supérieure. Cependant cette différence qui se produit par la dépouille devra toujours être calculée pour ne pas nuire aux dimensions à observer dans la fabrication de la pièce.

L'ouvrier modeleur devra aussi s'appliquer à reconnaître la nature des assemblages qui seront le plus propres à assurer la solidité du modèle ; il devra effectuer ces assemblages de façon que l'effort effectué pour l'enlèvement hors du sable agisse uniformément sur les assemblages, ce point est capital au point de vue de la solidité du modèle.

Il prohibera le plus possible l'emploi de la colle dans les assemblages, car au contact de l'humidité celle-ci se dilate, les parties jointes s'amollissent et repoussent vers l'extérieur cette colle qui adhère aux parois et dégrade les moules.

Comme dans le moulage en terre le modeleur devra appliquer au modèle les lois du retrait de la fonte. C'est ainsi, que tel modèle dont la pièce coulée devra avoir un mètre de longueur, aura $1^{m}008$ millimètres.

Cependant, dans certains cas, le maximum de retrait ne sera pas toujours appliqué au modèle, car il arrive parfois qu'un modèle facile à ébranler porte les dimensions du moule au-dessus de celles du modèle. La pratique du modelage doit remédier à ces cas qui sont généralement prévus par la nature même des modèles.

Dans les petits modèles, sujets à un facile ébranlage, il est à peine nécessaire de compenser le retrait, le jeu produit par les chocs, supplée et dépasse quelquefois les dimensions du retrait.

Avant de commencer un modèle, l'ouvrier modeleur devra étudier le plan jusqu'à ce qu'il en comprenne parfaitement tout l'ensemble ; l'expérience du moulage lui indiquera la façon à laquelle il devra recourir concernant les dispositions à prendre pour faciliter le moulage ; cependant, on ne peut pas toujours subordonner à la facilité du moulage la construction d'un modèle.

Il est certains cas où ces principes doivent être complètement abandonnés, par exemple lorsque des pièces présentent certaines surfaces à dresser, à aléser ou à polir, il est de toute nécessité que la construction du modèle soit subordonnée à ces dernières conditions, car il est indispensable que ces surfaces se trouvent aux parties inférieures du moule, attendu, comme il est démontré plus haut, que c'est aux parties supérieures

que viennent s'appliquer les crasses et les matières nuisibles que renferme la fonte.

L'ouvrier modeleur ne pourrait jamais trop bien indiquer, surtout dans les modèles pleins, les formes et dispositions des noyaux ; il arrive bien souvent que pour des indications mal comprises du noyauteur, les pièces sont mises au rebut, ou tout au moins nécessitent des retards lors du remoulage de celles-ci.

Les indications des noyaux sont représentées par des portées, ainsi que par les formes et les contours qui sont tracés en couleurs différentes sur les parois du modèle.

Comme dans le moulage en terre ou moulage au trousseau, il sera toujours laissé aux parties qui doivent être dressées, rabottées ou alésées une surépaisseur d'environ 5 millimètres.

Cependant quand les surépaisseurs de dressage se trouvent être placées aux parties supérieures (comme il est expliqué du reste au commencement du traité), ces surépaisseurs peuvent être doublées, ou même parfois triplées, afin qu'après leur enlèvement la partie restante soit saine et exempte de défectuosités. Le modeleur devrait toujours appliquer le principe de peindre en couleur blanche toutes les parties du modèle qui doivent être rabottées, dressées ou alésées ; le mouleur sait ainsi à quoi s'en tenir pour les dispositions à prendre

quant au moulage de la pièce au point de vue de la propreté des parties à travailler.

Quand l'ouvrier modeleur place les portées de noyau sur un modèle, il observe tout spécialement le centrage de ces portées ; c'est-à-dire qu'étant destinées à guider les noyaux qui doivent évider la pièce, il importe que ceux-ci se trouvent exactement dans la place qui leur est assignée au plan pour la disposition de ces noyaux.

Lorsque des modèles en bois sont fabriqués pour obtenir des modèles en fonte, il faut observer dans les premiers un double retrait, afin que le modèle obtenu en fonte qui a déjà subi un retrait, possède lui-même la dimension de retrait qui lui est nécessaire pour la fabrication des pièces auxquelles il est destiné.

Quand un modèle doit servir à produire des séries de pièces, ou qu'il présente certaines difficultés pour les noyaux, il y a parfois avantage à fabriquer des boîtes destinées à la confection des noyaux.

Quand un modèle est terminé et vérifié, il doit recevoir au moins deux couches d'un vernis spécial qui se trouve actuellement dans le commerce sous le nom de Vernis pour modèle de fonderie. Ce vernis donne au modèle une solidité très relative. — Il empêche l'humidité de pénétrer les pores du bois et de plus le rend très poli et très facile au moulage.

CHAPITRE VIII.

DU CUBAGE DES PIÈCES

En général, l'ouvrier des fonderies se base sur la vieille routine pour déterminer approximativement la quantité de fonte dont il doit se munir pour couler une pièce ; cette vieille routine ne repose malheureusement sur aucun autre principe que celui du hasard. C'est ainsi que pour telle pièce, il lui arrivera de prendre quelquefois la moitié trop de fonte, tandis que pour telle autre il n'en prendra pas en quantité suffisante.

Dans le premier cas, il y a souvent une perte réelle pour le patron, parce qu'on n'a pas toujours d'autres pièces prêtes ou de même qualité pour se servir du restant du métal fondu ; il y a alors le déchet produit à la fusion sans compter le combustible qui a servi à cette fusion, ainsi qu'une nouvelle main-d'œuvre d'enlèvement des lingots, etc.

Dans le deuxième cas, il arrive presque toujours que la pièce est manquée pour ne pas s'être muni de fonte en quantité suffisante.

Il importe donc que l'ouvrier mouleur en sable et

mouleur en terre puisse déterminer d'une façon presque certaine le poids de la pièce qu'il aura à couler.

Malheureusement les traités de géométrie qui pourraient être étudiés, présentent toujours ces difficultés techniques qui effrayent ceux qui, devant s'en servir, ne possèdent pas assez de connaissances scientifiques pour les aborder.

Il s'agit donc de simplifier dans la plus large mesure du possible les données à mettre à la portée de l'ouvrier.

Il suffit pour cela de réduire les figures à cuber à leur plus simple expression. Ainsi, par exemple, pour cuber un banc de tour, il sera formé, avec les deux côtés, des taques; les glissières aussi seront réduites en taques dont la largeur sera prise au milieu du plan coupé ou bien simplement en ajoutant la grande largeur d'une glissière à la petite de l'autre.

Or, pour cuber une taque, il suffira donc de multiplier la longueur de celle-ci par la largeur, le produit sera ensuite multiplié par l'épaisseur, le résultat sera le cube de la taque. Ce cube sera multiplié par 7 k^{os} 2 qui est le poids d'un décimètre cube, le chiffre trouvé sera le poids de la pièce.

Ainsi, une taque qui a $1^{m}800$ de longueur sur 0,700 de largeur et 35 millimètres d'épaisseur sera opérée de cette façon $1,800 \times 0,700 = 1,260 \times 0,035 =$

0,04410 × 7,2 = 317 k^{os} 52. Je supprime la fraction de 52 dixièmes. Le poids de la taque égale donc 317 k^{os}. La même opération se fait pour les glissières, les entretoises, etc.

Ce principe s'applique à tout genre de pièces dont les différentes parties peuvent être ramenées à de simples taques.

Les figures cylindriques seront également ramenées à l'état de taque. Il suffit pour cela d'en développer la circonférence.

Une circonférence se développe en multipliant le diamètre par 3,14,16. Seulement quand il s'agit de ne donner qu'un poids approximatif, on prend le diamètre moyen que l'on multiplie par le chiffre 3. Ainsi un corps cylindrique 0,950 millimètres de diamètre moyen, 2^{m}700 de haut et 0,028 millimètres d'épaisseur sera opéré comme suit : 0,950 × 3 = 2^{m}85 ; ce résultat de 2^{m}85 est la largeur de la taque formée par le développement de la circonférence ; il suffira alors de multiplier 2^{m}85 × 2^{m}70 = 7^{m}695 × 0,028 = 0,215,420 × 7,2 = 1541 kilogs.

Quand on prend le diamètre d'une pièce, on opère toujours avec le diamètre moyen, c'est-à-dire le diamètre intérieur auquel est ajouté une épaisseur de la pièce.

Les figures carrées, rectangulaires et cylindriques sont presque suffisantes pour cuber toutes les pièces en général. Il en est cependant quelques-unes qui méritent encore une description toute spéciale. Ainsi une taque ronde sera cubée en multipliant son rayon par lui-même et puis par 3,14,16, le produit égale la surface qui est multipliée par l'épaisseur. Exemple : cubez une taque ronde de 0,800 de diamètre et 0,032 d'épaisseur, 0,40 × 0,40 = 0,1600 × 3,1416 = 0,50,265 × 0,032 = 0,016084 × 7,2 = 115 k. 17, soit en chiffre rond 116 k^{os}.

Une sphère ou boule se cube comme suit : On prend d'abord sa surface qui égale toujours 4 fois celle d'un cercle de même diamètre. Le produit de la surface est ensuite multiplié par le tiers du rayon. Ainsi une boule de 0,400 millimètres aura 0,200 × 0,200 = 0,04 × 3,14 = 0,1256 × 4 = 0,502,400 × 0,666 = 0,0334,59 × 7,2 = 240 k. 904 ou en chiffre rond 241 k^{os}.

Le volume d'un cône tronqué qui est la forme des poches à couler s'obtient en ajoutant à la somme des surfaces des deux bases, le produit des deux diamètres que l'on multiplie ensuite par le tiers de la hauteur.

Ainsi, une poche qui a 0,600 millimètres de diamètre dans le fond, 0,740 millimètres au-dessus et 0,640 de hauteur se cube comme suit :

Prendre la surface des deux bases :

0,300 + 300 = 0,09 × 3,14 = 0,2826.

37 × 37 = 0,1364 × 3,14 = 0,4288 + 0,2826 = 0,7108 × 0,213 = 0,151,400 × 7,2 = 1090 k^{os}.

La contenance totale de la poche sera donc de 1090 k^{os}.

On trouve encore la contenance d'une poche en prenant le diamètre moyen.

On prend la surface de ce diamètre comme il est ex-

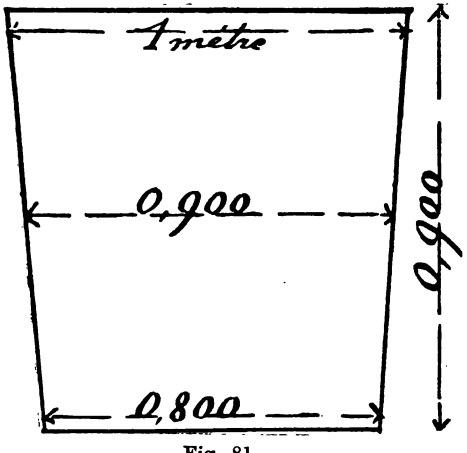


Fig. 81.

pliqué plus haut pour la surface d'une taque ronde, puis on multiplie le produit par la hauteur de la poche; le résultat est le cube que l'on multiplie par 7,2. Exemple : (voir fig. 81.)

Une poche qui a 1 m. de diamètre à sa partie supé-

rieure, 0,800 mil. de diamètre à sa base, et 0,900 mil. de hauteur se cubera comme suit : Ajoutez le grand diamètre et le petit soit 1 mètre + 0,800 = 1,800. Prenez-en la moitié soit 1,800 : 2 = 0,900.

Opérez comme pour une taque ronde en multipliant

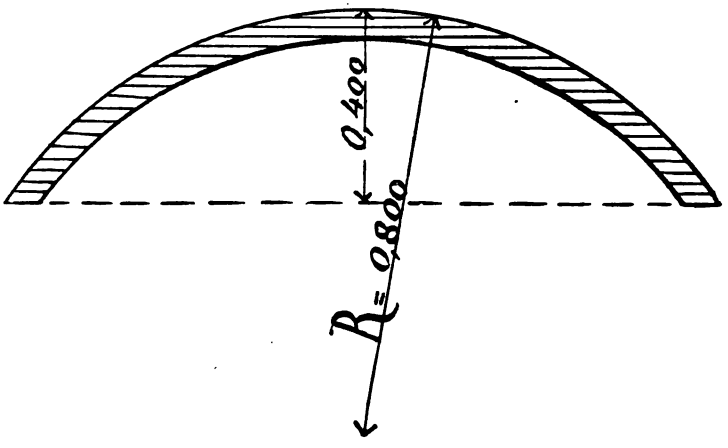


Fig. 82.

le rayon par lui-même, ensuite par 3,1416 soit : 0,450 × 0,450 = 0,2025 × 3,1416 = 0,636174 ; ce résultat égale donc la surface du diamètre moyen, il suffit pour en trouver le cube de multiplier 0,636174 par la hauteur de la poche soit 0,900 × 0,636174 = 0,572,556 que l'on multiplie ensuite par la densité de la fonte, soit 7,2 × 0,572,556 = 4122 k^os qui égalent la contenance de cette poche. Il reste bien entendu que les dimensions pour

cuber une poche doivent être prises quand celle-ci est garnie de terre.

Pour trouver le cube d'une calotte sphérique (voir fig. 82), on cherche la circonférence qui s'obtient en multipliant le diamètre par 3,1416, le produit de la cir-

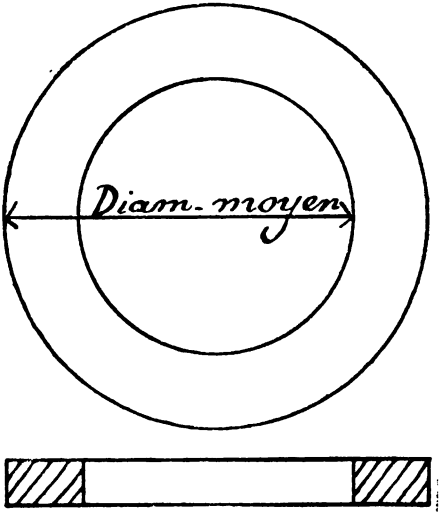


Fig. 83.

conférence est ensuite multiplié par la hauteur de la calotte. Exemple : figure n° 82.

Une calotte de 0,800 de rayon, 0,400 mil. de hauteur et 20 mil. d'épaisseur égale 0,800 + 0,800 = 1 m. 600 × 3,14 = 5 m. 024 × 0,400 = 2 m. 0096 × 0,020 mil. = 0,040 × 7,2 = 288 k^{os}.

Pour cuber une couronne annulaire (figure n° 83), on

cherche le diamètre moyen que l'on multiplie par 3,1416, afin d'obtenir la circonférence moyenne. Cette circonférence est ensuite multipliée par la largeur de la bande; le résultat égale la surface, qui est multipliée par l'épaisseur ; le produit trouvé multiplié par 72, donne le poids.

On sait que 7 k.2/10 est le poids d'un décimètre cube

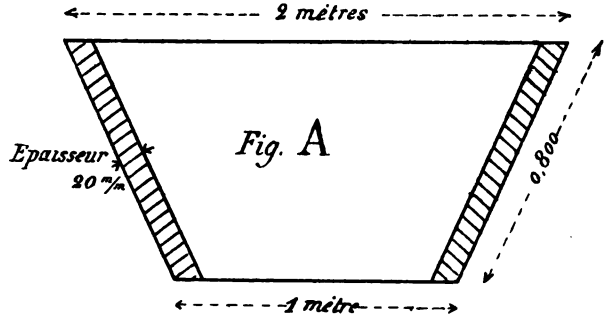


Fig. A 84.

de fonte ; ou bien 7200 k^os est le poids d'un mètre cube, le véritable poids du mètre cube de fonte égale 7207 k^os, seulement il est préférable de supprimer la fraction.

Pour cuber une roue d'engrenage, on prend le diamètre extérieur à la moitié des dents, on obtient ainsi le diamètre exact, on opère pour le reste comme il est décrit plus haut.

Pour cuber une pièce creuse dont la forme représente la fig. d'un cône tronqué (fig. A. 84.)

On opère de la façon suivante :

On cherche d'abord la surface du cône tronqué en multipliant la circonférence moyenne par la longueur du côté ou apothème.

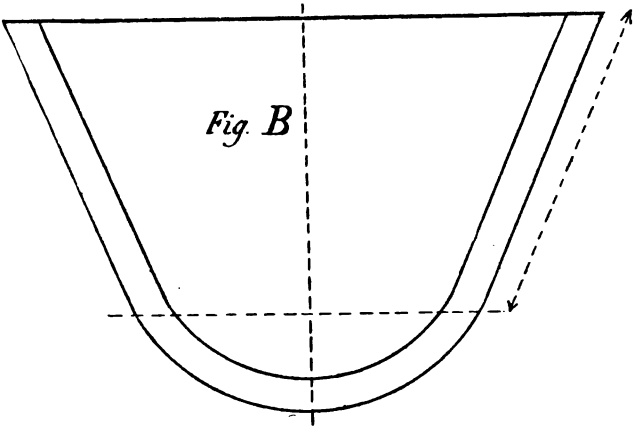


Fig. B. 85.

Le résultat obtenu égal la surface, il suffit alors de multiplier cette surface par l'épaisseur de la pièce. Ex.

Le grand diamètre extérieur égale 2 mètres, le petit diamètre extérieur égale 1 mètre, il en résulte que le diamètre moyen est égal à 1 m. 480 mil. qu'il suffira de multiplier par 3,14, soit $1,480 \times 3,14 = 4,650$. Cette circonférence moyenne sera ensuite multipliée par le côté ou apothème, soit 4 m. 65 $\times$ 0,800 = 3 m. 720 $\times$ $0,020 = 0,0744^3 \times 7$ k^{os} 2 = 536 k^{os}.

On peut de même employer cette formule du cône

tronqué lorsqu'il s'agit de cuber une pièce affectant la forme d'une cuve (figure B, 85).

Il suffit de prendre la hauteur du côté du cône tronqué en prolongant horizontalement une ligne passant

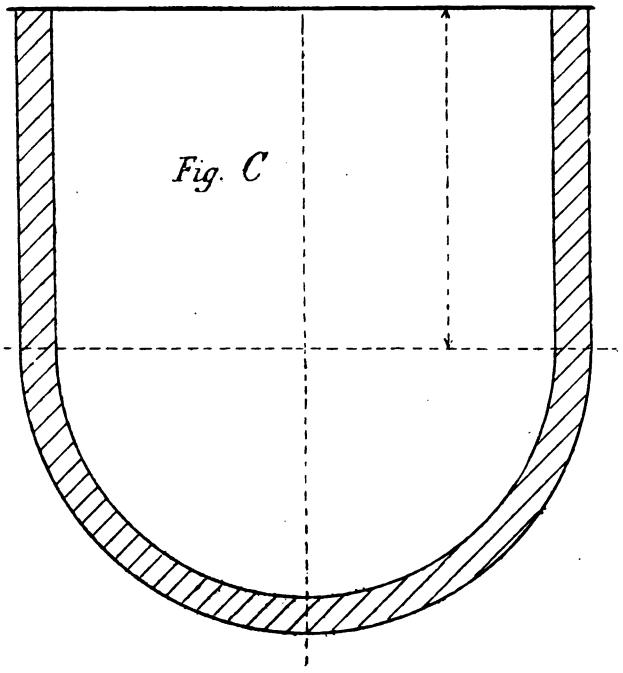


Fig. C. 86.

au point de contact de la partie droite et de la partie sphérique. Cette ligne séparatrice forme ainsi deux figures dont l'une sera résolue par la formule du cône tronqué et l'autre par celle de la calotte sphérique.

Le même moyen sera employé pour les chaudières cylindriques à fond sphérique (fig. C, 86.)

Dans ce cas, la ligne séparatrice produira un cylindre ordinaire et une calotte sphérique.

L'ouvrier mouleur ne devra pas toutefois se baser sur le poids strict pour la fonte dont il devra se munir pour couler la pièce. L'expérience lui démontrera qu'en général le poids brut de la pièce dépasse de 5 à 10 p. °/₀ le poids donné par l'opération des calculs. Cette différence provient souvent du forçage de la pièce, ainsi que des congés aux contours, etc. Il devra aussi compter sur les coulées, évents trop pleins, fonte froide, etc., pour être certain d'avoir de la fonte en quantité suffisante pour la réussite de la pièce.

CHAPITRE IX.

DU DESSIN.

Je n'ai pas la prétention de donner ici un cours complet de dessin ; cette branche si importante dans l'industrie est suffisamment traitée dans les écoles spéciales ainsi que dans une infinité de traités théoriques et pratiques, à la portée même des ouvriers.

Il importe, tout particulièrement pour les ouvriers de fonderie, de bien se rendre compte, avant de commencer un moule, de tous les détails qui sont spécifiés aux plans qui leur sont remis pour la fabrication.

Tout d'abord, il s'attachera à reconnaître l'ensemble de la pièce à mouler ; après cette étude préliminaire, il se rendra parfaitement compte de tous les détails qui composent cet ensemble, il recherchera les moyens les plus faciles et les moins coûteux pour arriver à fabriquer le moule, tout en ne perdant cependant jamais de vue que les plus grandes surfaces à polir devront se couler aux faces inférieures.

Dans un plan, les lignes pleines représentent toujours les contours découverts. Les lignes pointillées représentent les parties cachées. Il importe surtout de bien

se rendre compte de la droite et de la gauche dans un plan, l'ouvrier devra comparer toutes les vues et coupes différentes qui forment l'ensemble, afin d'en bien reconnaître les dispositions. Les parties teintées de couleurs différentes de celles du plan sont supposées ne pas appartenir à la vue ou à la coupe sur lesquelles elles sont représentées.

Lorsqu'une dimension d'un plan doit être reportée au moule, il sera ajouté chaque fois la mesure nécessaire pour le retrait de la pièce; ainsi une distance de cinquante centimètres figurée au plan sera représentée au moule par cinquante centimètres et quatre millimètres ou 0,504 millimètres.

Cependant lorsque la pièce à mouler sera sujette à la pression lors de la coulée, comme, par exemple les pièces de grande hauteur, les dimensions de retrait resteront plutôt en dessous des formules ordinaires dans les endroits inférieurs du moule, c'est-à-dire dans les parties soumises à la pression.

Dans les pièces qui ont des parties à aléser, à tourner et à dresser, il importe de laisser en ces endroits une surépaisseur de fonte. — Cette surépaisseur est presque généralement d'environ cinq millimètres, il est tout naturel que l'ouvrier doit tenir compte de ces surépaisseurs pour les dimensions à donner aux moules.

Il arrive parfois que certaines dimensions ne sont pas énumérées par les voies ordinaires, par le mètre ou ses subdivisions, et que le système des degrés est employé pour l'écartement ou le rapprochement de certaines parties de l'ensemble. Dans ce cas, l'ouvrier devra rechercher à quelle partie du mètre équivaut le nombre de degrés renseignés au plan.

Pour obtenir ce résultat, il tracera une circonférence quelconque, soit sur son moule si la disposition le permet, soit sur toute autre surface plane. Toute circonférence quelle qu'elle soit, équivaut à un chiffre de 360 degrés ; or, rien n'est plus facile de rechercher sur une circonférence la dimension d'un degré, il suffira pour cela de rechercher la dimension de la circonférence en multipliant le diamètre par 3,1416, le produit de la multiplication sera ensuite divisé par le chiffre de 360° (le petit zéro représente les degrés), le résultat sera la dimension d'un degré. Il suffira alors de porter autant de fois ce chiffre que le nombre de degrés renseignés au plan.

Ainsi par exemple une patte ou une tubulure d'une pièce se trouve sur un rayon de 0,80 centimètres à 42 degrés de l'axe de la pièce.

Trouvez la distance que cette patte ou tubulure devra être distancée de l'axe.

0,80 × 2 = 1^{m}60, le diam. est donc 1^{m}60 × 3,1416 = 5^{m}026 : 360 = 0,013962 × 42 = 0,586.

Donc la distance de l'axe sera égale à 0,586.

On évite la fraction qui pourrait résulter dans le produit d'un degré en opérant de la façon suivante :

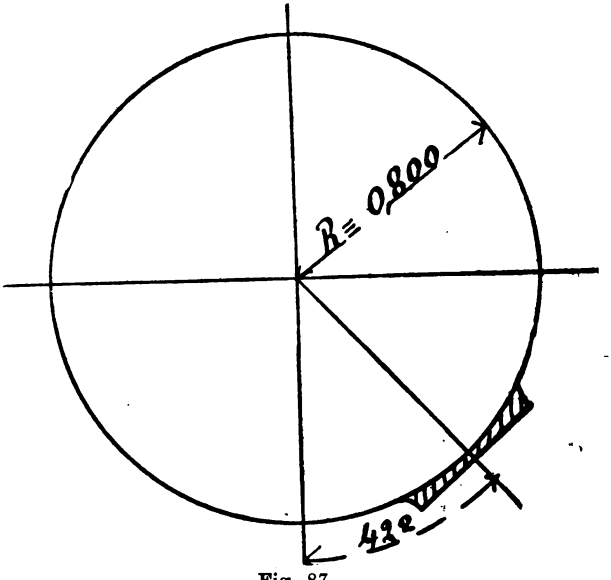


Fig. 87.

Si 360° représentent 5^{m}026, que représenteront 42° ?

Opération 42° × 5,026 = 211,092 : 360° = 0,586.

Le chiffre obtenu est le point de contact qui doit former sur la circonférence l'axe qui, relié avec le centre du plan, représente la dimension en mètres ou subdivisions du mètre. (Fig. n° 87.)

Le tracé pratique des engrenages a été suffisamment traité dans le chapitre précédent que pour faire ici l'objet d'une nouvelle explication. Quand on veut diviser un cercle en un nombre égal de subdivisions, il suffit

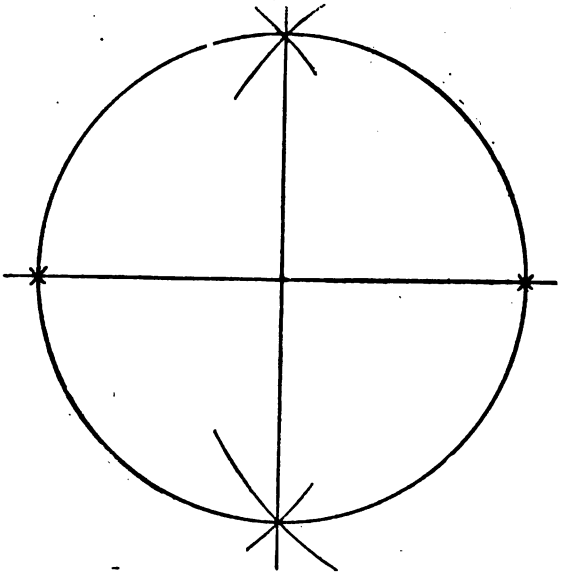


Fig. 88.

de rechercher la circonférence que l'on divise par le nombre à obtenir. Ainsi un cercle d'un diamètre de 0,900 millimètres doit être divisé en 24 parties égales ; il suffira de $0,900 \times 3,1416 = 2^{m}827 : 24 = 0,1178$. Chaque partie aura donc 0,1178.

Pour tracer une section sur un cercle, il faut d'abord rechercher au moyen du compas le centre qui a servi à décrire ce cercle.

On trace une ligne droite qui passe par le centre, cette ligne droite divise ainsi le cercle en deux parties égales. On décrit alors sur cette ligne deux arcs de cercle à égale distance du centre. Le point de contact de ces arcs de cercle sert alors de point de centre pour décrire aux deux côtés deux autres arcs de cercle ; les points de contact de ces deux nouveaux arcs de cercle sont reliés entre eux par une ligne droite qui passera inévitablement par le centre principal et formera ainsi la section qui divisera le cercle en quatre parties parfaitement égales.

C'est de cette section que dépendent toutes les opérations qui servent à distancer les dimensions à donner au plan (fig. n° 88).

CHAPITRE X.

DU CONTREMAITRE

DE FONDERIE EN GÉNÉRAL.

Les attributions du chef de fonderie consistent principalement dans la surveillance des procédés employés pour la fabrication des moules, à quelle catégorie que ceux-ci appartiennent. Il s'appliquera surtout à donner aux ouvriers en général, les explications nécessaires pour éviter les erreurs qui se commettent trop souvent quand une surveillance n'est pas suffisamment exercée. Il présidera aussi à toutes les dispositions du renmoulage, car la réussite dépend très souvent de cette opération. Il veillera à ce que les ouvriers mouleurs en sable, mouleurs en terre et noyauteurs ne perdent à des manœuvres inutiles ou qui peuvent être remplies par des ouvriers manœuvres, un temps qui doit être employé à un travail producteur.

Il répartira la besogne selon les aptitudes du personnel placé sous ses ordres ; il aura la prévoyance de faire apprêter au préalable les châssis, les armatures et les

noyaux nécessaires à la fabrication des pièces. Il s'assurera des qualités des matières qui doivent être employées dans la fabrication.

Il veillera à ce que le sol de la fonderie soit entretenu dans un constant état de propreté ; il fera apprêter par les ouvriers employés à la manœuvre, les feux et autres matières nécessaires aux ouvriers spécialistes. Il assistera à la coulée des pièces, et présidera le plus possible à celles-ci surtout lorsqu'elles seront d'une certaine importance.

Il règlera la disposition des coulées afin que les mélanges de fonte se répartissent selon leur destination.

Il inspectera toutes les pièces coulées, et fera à l'ouvrier les observations qu'il jugera convenable tout en lui donnant les moyens d'éviter les accidents qui auraient pu se produire.

Il veillera à ce que l'ouvrier en général soit économe, il s'appliquera à reconnaître les aptitudes de chacun d'eux pour la rétribution du salaire. En un mot ses attributions auront pour divise :

Bonne fabrication, ordre, économie et propreté.

CHAPITRE XI.

DES BATIMENTS

DE FONDERIE EN GÉNÉRAL.

Une des principales conditions dans laquelle doit se trouver un bâtiment de fonderie, c'est d'être complètement à l'abri des eaux du sous-sol ; en effet, il est toujours dangereux de creuser le sol pour y établir un moule dans le voisinage des eaux.

Ensuite la situation à proximité des gares des chemins de fer est aujourd'hui une condition absolument indispensable, vu la concurrence qui s'est établie depuis quelques années entre ces établissements.

La solidité des murailles et charpentes, est aussi très nécessaire pour la fixation des grues et autres appareils usités dans les fonderies de fer, comme par exemple les supports, les arbres de trousse de moulage en terre, les ponts roulants, etc.

L'éclairage d'un bâtiment de fonderie joue surtout un grand rôle au point de vue de la facilité du travail qui souffre toujours beaucoup d'un éclairage incomplet ; le jour arrivant directement par la toiture rend

beaucoup plus de services que celui obtenu au moyen de fenêtres percées dans les murailles, parce que, arrivant par le dessus, la clarté darde directement sur toutes les parties d'un moule sans y créer d'ombre ; ce qui n'est pas toujours obtenu au moyen du jour par les fenêtres. Les fenêtres ont encore cet inconvénient, c'est qu'elles diminuent souvent la solidité des murailles.

Le niveau du sol d'une fonderie doit se trouver quelque peu au-dessus du niveau du sol extérieur, afin que les eaux pluviales n'y découlent jamais, soit par le filtrage, soit directement par les portes ou autres ouvertures quelconques.

Les grues seront toujours disposées de façon à amener le moins de main-d'œuvre possible pour le transport de la fonte en fusion, ainsi que pour l'évacuation des pièces coulées.

Les dépôts de châssis seront toujours à proximité de la fonderie afin d'épargner des pertes de main-d'œuvre. Il est toujours préférable que les cubilots soient placés à l'extérieur du bâtiment principal de façon que le gueulard qui fournit la fonte communique par une niche réservée dans l'épaisseur de la muraille avec l'intérieur de la fonderie, tandis que vis-à-vis de ce gueulard, c'est-à-dire du côté opposé, le cubilot est muni

d'un second gueulard de dimension plus grande pour permettre l'évacuation du combustible après la coulée. Dans ce dernier gueulard est aussi souvent réservé un trop plein pour que la crasse qui surnage au-dessus de la fonte et empêche l'obstruction des tuyères puisse s'écouler; il reste toutefois bien entendu que ce trop plein n'est dégagé qu'à certains moments, c'est-à-dire quand il est constaté que la quantité de scories fondues nuit à la contenance du fond du cubilot. (Voir chapitre des cubilots.)

La disposition du gueulard de vidange du côté extérieur de la fonderie supprime cet inconvénient qui existe dans tous les anciens établissements, et qui consiste à tirer le combustible par le gueulard intérieur. Cet ancien système est tout à fait vicieux au point de vue de la propreté du sol, et puis il constitue une main-d'œuvre onéreuse pour le transport des scories et autres matières à l'extérieur.

Le magasin au coke doit toujours se trouver à proximité du cubilot ainsi que les dépôts de fonte. Il est bon que les cokes soient à l'abri de la pluie. Il est aussi très utile de posséder un appareil de levage quelconque pour enlever les charges de fonte et de coke qui sont destinées au service du cubilot.

Une bonne soufflerie est indispensable dans une fonderie.

Il est aussi urgent qu'un réservoir à vent soit ménagé en dessous des tuyères afin de toujours maintenir à celles-ci une pression suffisante ; il est du reste facile de la régulariser au moyen d'un tiroir quand elle est trop forte.

Afin de prévoir les accidents, il faut toujours avoir au moins deux ventilateurs en état de fonctionner afin qu'en cas de détérioration de l'un d'eux, l'autre soit immédiatement prêt à fournir le vent nécessaire sans arrêt dans la fusion.

Les moutons ou casse-fonte sont disposés dans des endroits à l'écart, afin d'éviter tout accident lors du bris des fontes.

Quelques importants établissements ont monté des casse-gueuses et des monts de charges qui leur sont d'une grande utilité. Seulement, dans les fonderies de moindre importance, des outillages de cette espèce sont coûteux et nécessitent des moteurs, et les forces dont ces fonderies disposent ne sont pas souvent suffisantes pour activer ces appareils.

Ordinairement, les gueuses se cassent au mât manié à la main; un fort manœuvre peut en briser plusieurs tonnes par jour. (Fig. n° 89.)

Enfin, l'ordre doit régner tout aussi bien dans les cours que dans l'intérieur des établissements et il est

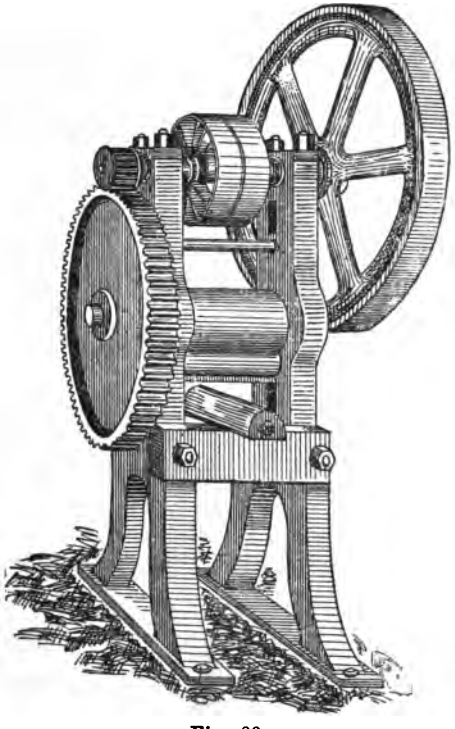


Fig. 89.

du devoir de tout ouvrier en général de concourir au maintien du bon ordre.

CHAPITRE XII.

PREMIERS SOINS

A DONNER AUX OUVRIERS EN CAS D'ACCIDENTS.

Abordant l'étude des accidents les plus fréquents dans les fonderies et l'examen des premiers soins à donner aux victimes, le médecin de l'établissement de l'auteur a été consulté à ce sujet et voici les renseignements qu'il a donnés pour écrire cette partie de la publication. (1)

Des brûlures.

Les brûlures diffèrent entre elles par leur étendue et leur intensité.

---

(1) Voir aussi l'ouvrage intitulé : « *Des accidents*, secours à donner avant l'arrivée du médecin. » — par le Docteur P. Troisfontaines, professeur à l'Université de Liège. — Troisième édition, avec 24 figures dans le texte.

Charles Desoer, éditeur à Liège. — Prix : fr. **1-25**, relié.

On en distingue généralement trois degrés.

Dans le premier, on trouve une simple rougeur de la peau avec léger gonflement et vive sensation de douleur.

Dans le second, aux phénomènes que nous venons d'indiquer, s'ajoute la formation de bulles renfermant un liquide clair ou louche.

Enfin, dans le troisième cas, on est en présence d'un tissu profondément altéré qui a perdu toute chance de vie et qui devra fatalement s'éliminer.

Ces différents degrés se combinent entre eux et peuvent s'observer réunis chez le même malade.

Ce qui fait la gravité de la brûlure, ce n'est pas seulement son intensité, c'est avant tout son étendue. Il est établi qu'une brûlure, fût-elle la plus légère, met la vie en danger si elle s'étend au tiers du corps, elle amène inévitablement la mort si elle atteint les deux tiers de la surface cutannée.

Les premiers soins à donner aux blessés dépendront des caractères de la lésion.

S'il s'agit d'une brûlure peu étendue, du 1er ou du 2e degré, il suffira de soustraire la partie atteinte au contact de l'air ; on enduira la peau d'huile d'olive ou de liniment oléo-calcaire (mélange d'huile de lin et d'eau

de chaux), et on complètera le pansement par une couche d'ouate.

On pourrait, avec plus d'avantage encore, badigeonner l'épiderme lésé au moyen d'une dissolution de nitrate d'argent à 20 °/₀, ou au moyen de la préparation suivante : nitrate d'argent cristallisée, 4 grammes, eau distillée quantité suffisante pour la dissolution.

Huile de lin, 120 grammes.

Dans les cas légers, il est inutile et même nuisible de donner des boissons alcooliques au malade: mieux vaut lui faire garder son régime habituel.

S'il s'agit de brûlures graves, la première chose à faire est de requérir immédiatement le médecin ; il importe ici de faire cesser les souffrances horribles qu'endure le brûlé et nous arrivons à ce résultat par un moyen fort simple : c'est l'immersion de la victime dans un bain tiède dont on élève la température de 37° à 40°.

Les douleurs cèdent à ce traitement si facile et malheureusement si peu connu ; le malade se calme et peut attendre les soins ultérieurs dans de bonnes conditions.

Le traitement dans le détail duquel nous n'entrerons pas, a pour but d'empêcher la décomposition des parties mortifiées et de favoriser leur élimination ; c'est le

traitement antiseptique universellement adopté aujourd'hui.

Ajoutons encore que l'on peut toujours, au début des brûlures graves, donner des stimulants sous forme de vin, rhum, genièvre, cognac, etc.; on prévient ou l'on combat ainsi la dépression qui apparaît souvent chez les malades.

Asphyxie.

L'asphyxie peut se produire chez les ouvriers travaillant près des cubilots ou pénétrant dans les séchoirs. Elle est due aux développements de différents gaz tels que acide carbonique, oxyde de carbone, produits empyreumatiques, etc.

Les premiers soins à donner sont les mêmes, quelle que soit la cause de l'asphyxie. Il faut en premier lieu amener le malade au grand air, le débarrasser de tous vêtements ou liens qui pourraient exercer une constriction et chercher à provoquer par des excitations une reprise parfaite de la respiration.

Dans ce but, on pourra faire respirer au malade de l'ammoniaque, du vinaigre, de l'éther ; on fera des frictions irritantes sur tout le corps au moyen de flanelle imbibée de vinaigre ou d'alcool : on flagellera la peau au moyen de linges trempés dans l'eau froide ;

on donnera au malade de l'alcool à petite dose sous forme de rhum, cognac, genièvre, vin chaud ; enfin si ces moyens ne suffisent pas et si le médecin tarde, on pourra essayer de pratiquer la respiration artificielle au moyen de pressions exercées sur les côtés de la poitrine (18 à 20 fois par minute).

Il est heureusement rare que l'on doive en venir là, le transfert au grand air et les moyens simples que nous indiquons suffisent presque toujours à rétablir les fonctions dans leur intégrité.

FIN.

DEUXIÈME PARTIE

PAR

G. VANDER HAEGHEN.

SABLE DE MOULAGE.

(Voir page 10 de la Première partie.)

Les sables de fonderie doivent être aussi poreux que possible tout en présentant une résistance suffisante. Ces qualités sont contradictoires et suivant la nature des pièces à exécuter il faudra se résoudre à faire prédominer l'une d'entre elles au détriment de l'autre. Ils doivent en outre être à grains assez fins pour permettre de réaliser des empreintes délicates. Leurs qualités essentielles sont donc : porosité, plasticité et finesse. Il faut en outre qu'ils soient réfractaires, c'est-à-dire qu'ils contiennent peu de carbonate de chaux et d'oxydes de fer. On s'en assure soit en chauffant fortement une petite quantité dans un creuset de fonte, soit en jetant une pincée dans un verre rempli d'acide chlorhydrique dilué; dans le premier cas le

sable traité ne doit pas se scorifier, dans le second il ne doit pas se produire d'effervescence.

Un bon sable de fonderie contient environ 90 p .c. de silice pure, 3 à 5 p. c. d'alumine et une certaine quantité d'eau de combinaison. Cette eau de combinaison, indispensable pour assurer au sable les propriétés requises, disparaît par la cuisson et ne peut plus être restitué par mouillage; c'est ce qui explique la nécessité d'entretenir le sable vieux au moyen d'une certaine proportion de sable de carrière.

On emploie en fonderie trois espèces de sables préparés : le sable vieux, le sable neuf ou sable de houille et le sable d'étuve.

LE SABLE VIEUX sert à compléter le remplissage du châssis. Le sol de la fonderie en est constitué à une profondeur dépendant des pièces habituellement coulées. Il s'entretient, partiellement par le sable neuf damé contre les parois du moule et qui tombe sur le sol de la fonderie au décrochage, partiellement par des ajoutes périodiques de sable de carrière.

LE SABLE NEUF OU SABLE A LA HOUILLE est spécialement destiné au moulage à vert. Il est composé de sable vieux auquel on ajoute du sable de carrière et du noir minéral. Il est moins fortement foulé que le

sable d'étuve et les moules ne doivent pas être enduits. On les saupoudre simplement de noir végétal au moyen du sac à noir.

LE SABLE D'ETUVE destiné à la confection de moules qui seront séchés soit en place, soit à l'étuve, ne diffère des précédents que par sa plus forte proportion de sable de carrière. Il est assez fortement foulé et les moules sont enduits de noir d'étuve.

Voici, suivant E. Molerat, quelques formules de mélanges :

	Vieux sable.		Sable de carrière.	Noir minéral.
	État d'entretien.	Parties.	— Parties.	— Parties.
Sable d'étuve	Renouvelé . . .	6	2	1
	Peu renouvellé.	5	3	1
	Maigre	4	4	1
Sable à la houille.	Renouvelé . . .	6	—	1
	Peu renouvelé .	5	1	1
	Maigre	3	2	1

D'autres sables sont employés en fonderie mais ne constituent pas des sables de moulage proprement dits, tels le sable blanc employé à la confection de certains noyaux, le sable réfractaire employé à l'entretien du cubilot. Le sable employé au moulage en terre

sera étudié dans le chapitre relatif à ce mode de moulage.

Le sable brûlé que l'on recueille à l'ébarbage porte le nom de sable de raperie ou *gris*. La plus grande partie est jetée aux deblais. On en utilise une très petite partie après tamisage, pour saupoudrer les joints des moules.

Le noir minéral ajouté aux sables de moulage a pour effet, par son inflammation lors de la coulée, de faciliter le dégagement des gaz et d'empêcher une adhérence trop forte du sable à la fonte. Il est uniquement composé de charbon finement pulvérisé. Beaucoup de fonderies achètent directement le noir minéral dont elles ont besoin à des industriels ayant la spécialité de cette fabrication. Le charbon donnant le meilleur noir est le charbon pour gaz d'éclairage en gaillettes; il se pulvérise facilement, ne renferme pas un excès de goudron et est néanmoins facilement inflammable.

Pour le moulage de pièces grossières, on peut remplacer le noir minéral soigneusement broyé et tamisé par les poussières et les schlammes des lavoirs à charbon. Pour le moulage de pièces très délicates au contraire il est avantageux de remplacer le noir minéral par du noir végétal.

Pour la préparation des sables, on utilise l'une ou plusieurs des machines figurées pages 12 à 19. Pour

le tamisage on emploie avantageusement, au lieu de la machine fig. 8, des cribles auxquels les secousses sont imprimées par un petit piston actionné à l'air comprimé.

Dans les grandes usines modernes cette préparation comprend les opérations suivantes : séchage, mélange, broyage et tamisage, mouillage et malaxage. Il faut pour réaliser ces opérations des installations coûteuses et, malgré l'utilité qu'il y a de procéder ainsi, seules les usines très importantes font subir aux sables un traitement aussi complet. Le séchage préalable facilite le travail de broyage et de mélange et permet d'obtenir un sable d'homogénéité parfaite. Dans beaucoup d'usines on se contente de passer le sable encore humide et mélangé de noir minéral au broyeur et de le tamiser; dans ce cas il est fort à recommander de passer les sables sortant des broyeurs dans le mélangeur figuré page 17.

La consommation de sable par tonne de fonte produite est très variable. La moyenne de plusieurs années pour une grande usine a été de 20 p. c.

Dans quelques grandes fonderies modernes on a fait des installations spéciales pour le transport du sable. Dans ce cas le moule, au décochage, est retourné sur une grille placée au niveau du sol; la pièce de

fonte reste sur cette grille, le sable au contraire la traverse et tombe sur un convoyeur, placé dans le sous-sol, qui le conduit à l'atelier de préparation des sables. Le sable neuf est envoyé par un autre convoyeur installé au-dessus du sol dans les trémies situées près des mouleurs .

Afin de recueillir toutes les parcelles de fontes éparpillées dans le vieux sable on le fait souvent passer par des séparateurs magnétiques. On fait subir le même traitement, après les avoir préalablement broyées, aux scories venant du culibot. Il y a lieu dans chaque cas particulier d'étudier si la valeur du métal ainsi récupéré pourra payer les frais de toutes sortes qu'entraîne ce traitement spécial.

DURETÉ DU FOULAGE.

(Voir pages 19 et suivantes.)

La dureté du foulage doit varier avec la hauteur de la fonte. Le fond d'un moule pour couler une plaque doit être beaucoup moins dur que celui d'un moule pour couler verticalement une colonne élevée. Les américains ont fait de cette question une étude très complète et ils conseillent même l'emploi d'un appareil pour mesurer la dureté du foulage. Cet appareil, qu'il est facile de construire soi-même, consiste

en une planchette sur laquelle est fixé un support dans lequel glisse une tige en bois verticale et de section carrée; cette tige est graduée, son extrémité inférieure traverse la planchette, à son extrémité supérieure sont fixées deux cordelettes qui passent sur deux petites roulettes fixées sur la planchette et sont réunies à un anneau. Pour se servir de cet appareil on place la planchette sur la paroi du moule à essayer préalablement disposé horizontalement. Puis on passe l'anneau des cordelettes dans le crochet d'un peson que l'on tire à la main. Les cordelettes agissant sur l'extrémité supérieure de la tige de bois l'enfonçent dans le sable. On vérifie sur le cadran du peson quelle traction il a fallu exercer pour enfoncer ce bois à une profondeur déterminée.

Les américains ont établi des tableaux indiquant la dureté, mesurée avec cet instrument, que doivent présenter les fonds de moules pour couler des plaques de diverses épaisseurs, mais cet appareil est surtout recommandable pour faire des mesures comparatives. Supposons que l'on ait un grand nombre de pièces semblables à exécuter. Après s'être assuré au moyen du dit appareil quelles sont les duretés les plus convenables des diverses parties du moule pour la pièce en question, et avec le sable utilisé, il est facile de

vérifier si les mêmes conditions favorables sont maintenues et d'assurer ainsi une fabrication régulière. Cette méthode est particulièrement utile lorsqu'il s'agit par exemple de couler plusieurs plaques minces, telles que des pièces de four; ce sera le moyen le plus certain d'obtenir des pièces de poids sensiblement constant.

Il est évident que le fond du moule dans lequel on coule un cylindre de plusieurs mètres de hauteur doit être foulé plus dur que la partie supérieure de ce moule. Le bon mouleur en tiendra naturellement compte, mais il n'en reste pas moins avantageux de pouvoir mesurer cette densité du foulage et s'assurer si la décroissance est bien conforme aux nécessités. Bien des BOSSES qui ne sont pas dues à une autre cause peuvent être ainsi évitées.

On a, pour ne citer qu'un exemple, constaté que pour se trouver dans de bonnes conditions le fond d'un moule d'un cylindre de 36 pouces de haut doit être 12.5 fois plus dur que le fond d'un moule d'une plaque d'un demi-pouce.

Pour obtenir des fonds d'égale dureté on peut employer le procédé suivant : On cale solidement dans le sol deux lattes A posées bien horizontalement.

On place sur chacune d'elles une autre latte d'épaisseur bien uniforme et proportionnée à la dureté du lit à obtenir. Puis on remplit l'espace compris entre les lattes de sable

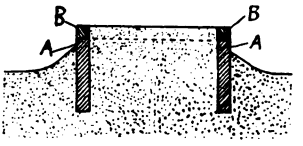


Fig. 90.

tamisé. On affleure, puis on retire les deux lattes mobiles et au moyen d'une planche posée sur le sable on enfonce le sable dépassant les lattes fixes jusqu'à ce qu'il affleure le niveau de ces dernières. Ce procédé ne permet pas de dépasser une certaine dureté. Il convient particulièrement pour les pièces coulées à découvert. Il est inutile lorsque l'on suit cette méthode de faire un lit de coke en dessous.

Pour obtenir un fond plus dur on procède comme

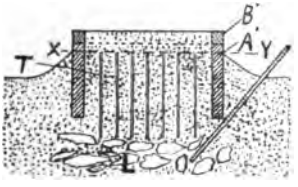


Fig. 91.

rieur au niveau supérieur des lattes, puis on perce des trous d'air T aboutissant au lit du coke L préalablement préparé en B', on remplit l'espace compris entre les lattes de dessous. On place sur les lattes fixes des lattes mobiles sable tamisé et on affleure au niveau de ces dernières. Ensuite on damme jusqu'à ce que le sable atteigne le niveau des lattes fixes A'. C'est par la hauteur

des lattes mobiles combinées avec la différence de niveau des lattes fixes et du premier affleurement que l'on règle la dureté.

Dans les pièces épaisses la chape doit également être l'objet de soins spéciaux. Par suite du temps nécessaire pour remplir le moule d'une pièce de cette nature, la chape est exposée longtemps avant d'être baignée par la fonte au rayonnement d'une chaleur intense et si elle n'a pas été faite avec tous les soins voulus des croûtes de sable séché ainsi se détachent. Pour éviter cet inconvénient la partie inférieure de la chape doit être en sable plus fort et doit être plus fortement cuite au séchage. Il est également bon de l'enduire de mélasse dissoute dans l'eau.

On commence dans les fonderies bien outillées à utiliser pour le dammage des fouloirs mécaniques, actionnés soit à l'électricité, soit, ce qui semble préférable, à l'air comprimé. Le serrage obtenu peut être plus énergique que celui obtenu à la main; il est en tous cas plus uniforme. Le prix de revient du travail de dammage est sensiblement diminué par l'emploi de cet appareil, surtout lorsque l'on a à remplir des châssis d'assez grandes dimensions.

FAUSSE DARTRE.

(Page 20.)

Lorsque le sable, au lieu de se détacher franchement du moule (ce qui produit une dartre), se boursouffle et se crevasse la pièce présente un creux généralement d'apparence feuilletée appelé *fausse dartre.*

CONSEILS DIVERS AUX MOULEURS.

(Page 26.)

Ces divers conseils aux mouleurs sont résumés dans une notice qu'un de nos grands fondeurs a fait distribuer à ses ouvriers et que nous reproduisons ci-après :

« Un bon mouleur ne doit jamais oublier :

» 1° Que chaque fois qu'il touche avec une truelle » ou un outil à son moule il l'abime.

» 2° Réparez donc toujours votre moule à la main, » avec vos doigts et égalisez avec le creux de la main.

» 3° Passez ensuite, si c'est absolument nécessaire, » avec une truelle mais légèrement, rien que pour » égaliser.

» 4° N'ayez pas peur de serrer le sable au fouloir » en restant à 4 centimètres du modèle, cela sera tou- » jours moins serré qu'avec vos truelles et polissoirs » qui abîment le sable.

» 5° Aérez fortement à l'aiguille et vous ne devrez
» pas avoir peur d'avoir trop serré.

» 6° Les moules séchés surtout supportent un très
» grand serrage quand ils sont bien aérés à l'aiguille.

» Faire attention que l'air qui sort par les trous
» d'aiguille, sache s'échapper facilement à l'extérieur
» du moule, sinon cela ne sert à rien.

» 7° Fermez toujours les trous faits à l'aiguille du
» côté du moule au moyen du creux de la main (la
» paume).

» Celui qui suivra exactement ces instructions aura
» toujours des pièces irréprochables, sans dartres, avec
» une belle surface extérieure, sans bosses, ni for-
» çage. (Ceci grâce à ce que leurs moules seront durs
» assez et surtout à ce qu'ils n'en auront pas abîmé
» les formes avec leurs truelles, leurs outils et les
» pointes.) »

Le même fondeur a fait distribuer la note suivante au sujet des pointes de moulage :

« Ne mettez jamais de pointes, cela abîme le moule,
» casse le sable et produit des dartres.

» Les pointes n'empêchent absolument rien dans
» les accidents qui peuvent se produire. Elles font
» plus de mal que la truelle car, aux endroits où elles
» sont placées, vous devez encore repasser la truelle.

» Les pointes n'empêchent pas les dartres, car il est » à remarquer que lorsqu'il y a une dartre les têtes » y sont toujours prises. Du reste il y a trente ans » on ne connaissait pas les pointes et cependant les » pièces coulées à cette époque sont superbes.

» Beaucoup de mouleurs mettent des pointes, parce » qu'ils en ont toujours vu mettre et se figurent que » cela consolide le sable. C'est une erreur car là où » vous en mettez, vous brisez le sable. Elles ne peu- » vent servir que pour relier des morceaux qui se » seraient détachés en levant le modèle ou le châssis » pour démouler. »

NOIRS.

(Page 27.)

Les meilleurs noirs végétaux pour saupoudrer les moules à vert proviennent de la carbonisation de bois tendres ou bois blancs (tremble, bouleau, saule, peuplier, etc.). Par contre les bois durs donnent un noir préférable pour la fabrication du noir d'étuve.

Pour bien faire la composition du noir d'étuve doit varier avec la nature des pièces. Ainsi pour de fortes pièces il est bon de remplacer une partie du noir végétal par du coke pulvérisé et la terre glaise par de la terre très réfractaire ou de la terre de pipes.

Pour les pièces très délicates (statues, ornements, etc.) il est avantageux de remplacer le noir d'étuve ordinaire par du noir végétal, assez fin pour passer à travers la toile d'un sac à noir, délayé dans de l'eau d'amidon préalablement cuite jusqu'à épaississement. Parfois on remplace le noir d'étuve par du talc. Souvent il vaut mieux exposer ces pièces délicates à des fumées résineuses obtenues en faisant brûler de la résine dans un pot en métal ou au moyen d'une torche. Ce même procédé est fréquemment employé pour des pièces ordinaires coulées en sable vert, pour les tuyaux par exemple.

La réception des noirs, plombagines et surtout des noirs d'étuves tout préparés doit être faite avec soin car ces produits sont souvent falsifiés.

Dans les usines où il y a un laboratoire il est facile de faire l'analyse de ces matières et de stipuler dans les contrats d'achats les limites admises. Les fonderies non pourvues de laboratoires pourraient utilement se procurer les quelques ustensiles nécessaires pour faire des essais sommaires (un creuset de platine, une bance un peu sensible et un moyen pratique de chauffer le creuset), car il est surtout essentiel de pouvoir déterminer l'humidité et la teneur en cendres, cette dernière ne devant pas, dans les qualités

moyennes, dépasser après dessiccation 3 p. c. pour les noirs végétaux et 10 p. c. pour les noirs minéraux.

Pour les pièces de forte dimension on peut très avantageusement employer pour enduire de noir un procédé semblable à la peinture à l'air comprimé. Dans toute fonderie possédant une canalisation d'air comprimé il est facile de faire l'installation nécessaire à très peu de frais. On se procure un récipient quelconque fermé à sa partie supérieure par un tampon T maintenu en place par une vis C traversant un étrier E. A la partie supérieure de ce récipient aboutit un tuyau A branché sur la conduite d'air comprimé B.

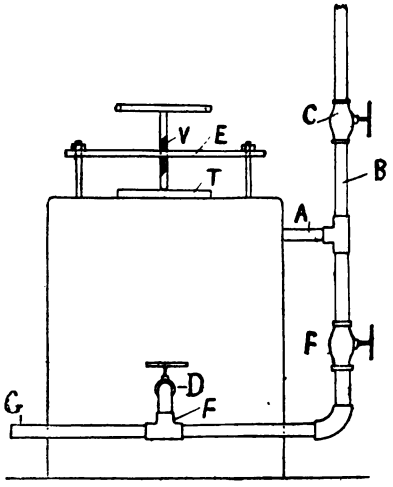


Fig. 92.

En déça de ce branchement cette conduite est pourvue d'un robinet C. A la partie inférieure du récipient est fixé un robinet D branché par un T F sur le prolongement de la dite conduite muni, avant d'arriver à ce T, d'un autre robinet E et se prolongeant par un tuyau en caoutchouc en G.

Pour mettre l'appareil en marche après l'avoir rempli on ouvre le robinet C, ce qui établit une pression permanente sur la partie supérieure du liquide puis on ouvre le robinet D du récipient et enfin le robinet d'air E.

POMPAGE.

(Page 43.)

On établit parfois le trou de coulée sur le côté de la pièce à laquelle il est relié par un canal horizontal (voir page 175). Cette disposition empêche un bon pompage parce que pour que celui-ci soit efficace, la tige de fer A (page 42) doit pouvoir atteindre l'endroit de la pièce où tend à se former le vide.

On doit, surtout pour des pièces très massives, verser dans l'évent ou le trou de coulée par lequel on pompe de la fonte très chaude que l'on recouvre immédiatement, pour en empêcher le refroidissement, d'une couche de noir.

Dans la fabrication des lingots d'acier, pour diminuer la rapidité du refroidissement de la partie supérieure et éviter ainsi la formation de ces vides, portant dans ce cas plus spécialement le nom de *retassures*, on emploie divers procédés spéciaux qui pourraient parfois trouver leur application dans les fonderies de fer. Parmi ceux-ci il faut citer le chauffage de la surface au moyen d'un chalumeau à gaz ou par la combustion de poudre de thermite (1).

Lorsque les pièces s'y prêtent, le meilleur moyen pour éviter les conséquences du retrait est de les surmonter d'une fausse volée qui alimente la partie utile du moule et dans laquelle il peut sans inconvénient se reproduire des retassures. Il est néanmoins recommandable de les pomper légèrement.

Il est à nouveau question de la fausse volée pages 183 et suivantes.

---

(1) On sait que la thermite est un mélange d'aluminium en poudre et d'oxyde de fer qui, par sa combustion, développe une chaleur très intense. L'aluminium brûle en absorbant l'oxygène de l'oxyde qu'il réduit.

DÉFAUTS DIVERS DES PIÈCES DE FONTE.

(Page 44.)

Il semble utile, en cet endroit, d'indiquer en une liste générale les divers défauts que peuvent présenter les pièces moulées.

DARTRES ET FAUSSES DARTRES. Il en a été question page 20 et page 285.

BOSSES. Il en a été question page 282.

MAUVAIS RACCORDEMENT. Ce défaut n'est pas inhérent aux procédés de la fonderie et il peut toujours être évité par un mouleur soigneux. Il en est déjà question page 32.

CAVITES DIVERSES. Il se rencontre dans la fonte trois espèces de cavités d'aspect et d'origine différentes :

1° *Cavités dues à des scories.* Dans ce cas la cavité est remplie de scorie facilement reconnaissable et est due soit au mauvais écrémage de la fonte, surtout à craindre avec des fontes un peu froides, soit à une mauvaise disposition des évents (voir page 101). Les causes qui produisent les dartres peuvent en outre produire de ces cavités remplies alors de sable.

2° *Cavités dues à des gaz ou soufflures.* Ces cavités sont vides ou, plus exactement, renferment des gaz

invisibles (1). Outre leurs causes indiquées page 20, il faut signaler celles dues à la composition même de la fonte dont il est question plus loin page 354. C'est surtout dans les fonderies d'acier que les soufflures sont à craindre.

Les parois des cavités produites par les soufflures sont polies et unies et il semble que la fonte à leur voisinage immédiat est plus serrée que dans le restant de la pièce.

3° *Cavités dues au retrait.* Il en a été question page 41 et page 291. Les parois de ces cavités sont fibreuses ou grenues ce qui permet de les distinguer des précédentes.

RUPTURES, GAUCHISSEMENT, ETC., DUES AU RETRAIT. Il en est question plus loin page 295.

REPRISES ET MANQUE DE FONTE. Ce défaut provient parfois, ce qui est impardonnable, de l'insuffisance de fonte contenue dans la louche destinée à couler une pièce. Plus souvent il est dû à une fonte trop froide ou à des moules trop humides.

Il peut arriver que par suite d'un mauvais mélange au cubilot, la fonte manque de fluidité; généra-

---

(1) Dans le numéro du 1er janvier 1904 du *Stahl und Eisen* a paru une intéressante étude sur la composition de ces gaz.

lement il suffira, dans ce cas, d'augmenter la proportion de silicium. Si les fontes ne doivent pas être résistances, on peut avantageusement utiliser des fontes un peu phosphoreuses. Le soufre ayant pour effet de rendre les fontes pâteuses, il sera bon lorsque ce défaut se présente de s'assurer si le coke n'est pas anormalement sulfureux.

SURFACES RUGUEUSES. Peuvent être dues à du sable trop grossier ou pas assez réfractaires, à une coulée trop chaude, ou encore à un métal trop peu siliceux.

POROSITE. Ce défaut qui acquiert une gravité spéciale dans les tuyaux ou autres pièces qui doivent être soumises à une pression hydraulique est généralement due à une trop grande teneur de la fonte en graphite. On peut y remédier par une addition d'acier au cubilot ou par un dosage convenable de silicium (voir page 355).

DEPLACEMENT DU NOYAU. Le moyen d'éviter cet inconvénient est traité page 44 et suivantes.

SOUFFLAGE DES NOYAUX. Cette question est traitée page 46.

L'énumération seule de ces divers défauts montre combien sont nombreux les points sur lesquels l'atten-

tion du fondeur doit être attirée et combien de soins il doit prendre pour arriver à obtenir des pièces irréprochables. Sa tâche est parfois encore compliquée par l'ignorance des constructeurs ou des dessinateurs qui lui commandent des pièces dont les formes sont irrationnelles au point de vue fonderie et dans lesquelles il n'a été tenu aucun compte des phénomènes du retrait.

Il arrive que le fondeur lui-même commet la même erreur lorsque par exemple il modifie, pour les renforcer, l'épaisseur de certaines parties d'un modèle dont les dimensions d'ensemble étaient rationnelles.

RETRAIT.

(Pages 52 à 60, 78 à 84 et 145 à 150.)

La valeur du retrait peut varier fortement d'une fonte à l'autre. Il est d'autant plus grand que les fontes sont plus serrées, c'est-à-dire qu'il est plus élevé pour les fontes blanches (environ 2 p. c.) que pour les fontes grises (environ 1 p. c.).

Au point de vue fonderie, la valeur du retrait varie suivant la température de coulée et les dimensions des pièces; il est plus faible pour les grosses pièces refroidies lentement. Il peut également varier dans de notables proportions par suite de changements

apportés au mélange chargé au cubilot; un coke plus sulfureux, ou encore une diminution pour une cause quelconque de la teneur en silicium (par suite par exemple d'une augmentation de la proportion des mitrailles) peuvent modifier le retrait des fontes obtenues au point de troubler la marche régulière d'une fonderie.

Il n'y a pas jusqu'ici à notre connaissance de théorie générale permettant de calculer la convexité à donner à un modèle d'une pièce sujette au dégauchage (voir page 55) lorsque pour une raison ou l'autre on ne désire pas suivre la méthode indiquée page 57. A titre documentaire, citons le cas d'un banc de tour de 7 mètres de long qui a présenté une convexité de 20 millimètres quoique le modèle ait été préparé avec une convexité contraire de 13 millimètres.

Pour redresser une pièce dégauchie, on peut la chauffer puis la placer sur des supports et la charger. Après refroidissement, on retire les poids.

Il faut bien noter que non seulement les phénomènes de retrait produisent parfois des félures qui ne sont pas visibles immédiatement et dont les lèvres ne s'écartent que peu à peu mais, qu'en outre, ils peuvent créer dans la pièce des tensions moléculaires anormales et de valeurs voisines des tensions de rupture, de

telle sorte qu'il suffit, la pièce étant en service, d'un choc, d'un froid excessif ou de vibrations répétées pour provoquer des ruptures amenant des accidents très graves.

Le fondeur autant que le constructeur ne sauraient donc jamais assez étudier, au point de vue du retrait, les pièces mises en œuvre.

Il faut également retenir que lors du refroidissement de la fonte, les cristaux qui la constituent s'orientent en plaçant leur grand axe à angle droit avec les faces extérieures de la pièce.

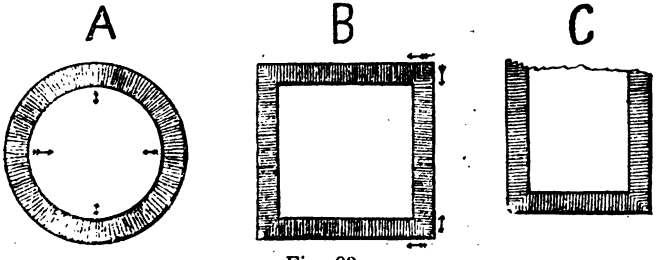


Fig. 93.

Il est donc facile de déterminer comment sont disposés les plans de clivage et l'on voit par les croquis A et B de la figure 93 que la forme ronde est notablement plus résistante que la forme carrée; en effet, dans cette dernière le retrait tend à écarter les plans de clivage les uns des autres, tandis que dans

la forme A il tend au contraire à réduire le diamètre et par suite à rendre le métal plus compact. C'est pour la même raison qu'un cylindre C (fig. 93) dont le fond se réunit aux parois sans congés est peu résistant et peut même, sous une forte pression hydraulique intérieure, s'en séparer. Il faut donc, chaque fois qu'il y a lieu de tenir compte de conditions de résistance, éviter autant que possible les angles vifs et les remplacer par des arrondis et ajouter si possible des nervures.

Les effets du retrait au point de vue des cavités qu'il produit dans les pièces moulées ont été examinées page 41.

Un phénomène opposé au retrait a été observé dans ces dernières années. Il résulte des expériences entreprises par Outerbridge qu'en chauffant et en laissant plusieurs fois refroidir de la fonte, son volume augmente considérablement. A la suite de 27 chaudes successives cette augmentation de volume peut atteindre 30 à 40 p. c. Le chauffage se fait à environ 800 degrés. L'examen microscopique des fontes ainsi traitées montre que la structure s'est relachée, les grains sont moins serrés et sont séparés entre eux par des crevasses à travers lesquelles l'air ou l'eau peuvent passer. Il ne semble pas que la composition

chimique soit modifiée mais la résistance mécanique est notoirement amoindrie. Ces effets sont d'autant plus sensibles que la fonte contient moins de carbone combiné.

On a pu dans certains cas tirer parti de ces curieuses propriétés. Une pièce de fonte qui avait perdu ses dimensions par usure, a pu être utilisée à nouveau après avoir été chauffée plusieurs fois à l'intérieur d'un tube en fer bouché.

Avec l'acier et le fer ces chaudes répétées produisent non pas une augmentation mais au contraire une diminution de volume.

MOULAGE AU TROUSSEAU.

(Pages 61 et suivantes.)

Actuellement on donne à la boite de trousse (page 63) une hauteur beaucoup plus grande.

Pour trousser des pièces circulaires en deux pièces moulées en une fois et dont les joints doivent être rabotés on emploie des trousseaux à excentrique. Dans ces trousseaux la boite de trousse, au lieu de tourner sur l'arbre, tourne sur une bague fixée sur cet arbre au moyen d'une vis de pression mais excentrée par rapport à lui. Lorsque la moitié du moule est ainsi troussée, on fait tourner cette bague d'un demi-tour et on trousse

l'autre moitié. Des reperes tracés sur la bague et sur l'arbre facilitent cette manœuvre.

Lorsque le profil de la pièce est courbe, on peut utilement employer une planche à trousser munie d'un gabarit mobile ayant ce profil courbe et que l'on fait ressortir lorsque la planche ayant, elle, une arête verticale, est descendue assez bas.

Les trousseaux sont également employés au moulage des vis et des hélices. On peut trouver sur ce dernier point des détails assez complets dans l'ouvrage de E. Molerat. Dans ces cas l'arbre du trousseau est fileté.

Il est même à remarquer que le troussage constitue le moyen le plus pratique de réaliser un modèle pour hélice, modèle que l'on coule en fonte en tenant évidemment compte du double retrait.

MOULAGE DES ENGRENAGES.

(Pages 85 et suivantes.)

La machine représentée fig. 35 rentre dans la catégorie des machines à mouler dites à peignes dont il sera question plus loin (pages 314 et 321).

Dans le moulage à la main suivant modèle, il est avantageux dès que l'on a un certain nombre de pièces à faire de se servir d'un peigne analogue. Ce peigne consiste en une couronne en tôle découpée garnie à

l'intérieur de dents ayant la forme des creux du modèle. Avant de retirer ce dernier du sable, on place cette couronne alentour, on la cale et on peut alors retirer le modèle avec certitude de ne produire aucun arrachement.

Dans les machines les plus modernes du genre de celle représentée fig. 36, l'arbre porte-trousse est placé en dehors d'un plateau mobile sur un axe vertical et sur lequel vient se placer le châssis.

Le principe suivi pour le moulage des engrenages dans lequel les dents sont faites séparément dans les boites à noyaux peut être imité dans bien des cas. Souvent, surtout pour des pièces très importantes, il y a lieu d'examiner si on ne doit pas employer ce système de moulage auquel les américains ont donné le nom de *moulage par noyaux*. Cela permettra d'économiser de grands frais de modèles et, par suite des facilités de séchage des noyaux, augmentera notablement les chances de réussite.

SÉCHAGE DES MOULES.

(Page 97.)

Les appareils de séchage transportables (fig. 94) au coke et à vent soufflé se sont assez bien répandus dans ces dernières années et sont d'ailleurs très recommandables surtout pour des pièces un peu importantes. Le

séchage est plus parfait et surtout beaucoup plus économique que celui réalisé au moyen de tôles.

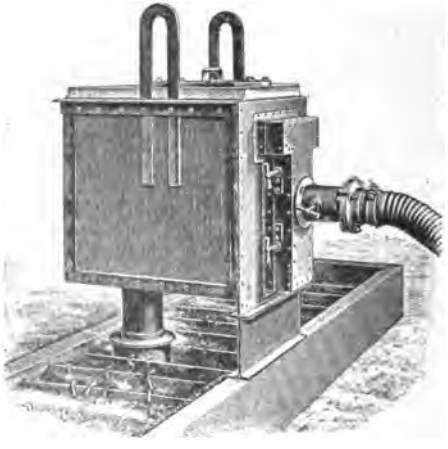


Fig. 94.

Le séchage des étuves se fait dans des cas particuliers à la vapeur ou au gaz; dans ce dernier cas le gaz provient soit de hauts-fourneaux voisins, soit de gazogènes spéciaux.

Le flambage à la résine dont il a été question page 288, constitue en fait un mode spécial de séchage.

Dans les étuves ordinaires le foyer doit être disposé de façon à être facilement accessible, l'air doit pouvoir y arriver en abondance. La cheminée doit être placée près de la porte. Son entrée doit être à environ 0.50 m. du sol de l'étuve. Elle doit être pourvue d'un registre pour permettre de régler le tirage.

CHARGEMENT DES MOULES POUR LA COULÉE.

(Page 99.)

Le calcul de la charge théoriquement nécessaire pour empêcher le soulèvement du châssis supérieur d'un moule, dont la partie inférieure est établie dans le sol, repose sur les deux lois suivantes :

1° La pression que subit une face d'un vase est égale à la surface de cette face multipliée par la hauteur de la colonne de liquide au-dessus du niveau considéré multiplié par la densité du liquide (7.2 dans le cas de la fonte).

2° La pression de bas en haut exercée sur un solide immergé est égale au poids du volume du liquide déplacé (ce poids étant égal au volume déplacé multiplié par la densité du liquide).

Soit par exemple à calculer la pression exercée par la fonte liquide sur la chape du moule dont croquis ci-contre.

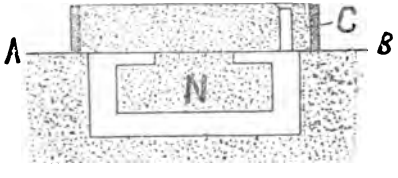


Fig. 95.

Appelons S la surface de la chape C au niveau AB non couverte par le noyau N et V le volume de ce noyau. La pression sur la surface S sera

$$S \times H \times 7200 \text{ (1)}.$$

D'autre part le noyau M subira une pression qui agira sur la partie AB de la chape et sera égale à

$$V \times 7200.$$

La poussée totale sur la chape sera donc

$$7200 (S \times h + V).$$

Le poids de la charge devrait être égal à la valeur ainsi trouvée diminué du poids de la chape, mais il est prudent en pratique de ne pas tenir compte de ce dernier poids et de donner à la charge la valeur indiquée par la formule ci-dessus.

PRÉCAUTIONS A LA COULÉE.

(Pages 100 et suivantes.)

On doit avoir bien soin d'allumer l'air dès qu'il commence à se dégager du gaz des évents. Pour des pièces importantes on dispose à leur sortie des copeaux que l'on allume au moment de commencer la coulée; pour des pièces ordinaires cet allumage se fait généralement au moyen d'une tige de fer dont l'extrémité est chauffée au rouge par immersion dans la poche de coulée.

---

(1) Si les longueurs sont exprimées en mètres, les surfaces en mètres carrés et les volumes en mètres cubes.

Au lieu d'employer le procédé indiqué page 103 on peut avantageusement utiliser un petit bassin de forme appropriée placé sur le moule et dans lequel on verse la fonte de la poche. De ce bassin elle se rend dans le trou de coulée après s'être débarrassée de la plus grande partie de ses crasses et de l'air qu'elle a entrainé en s'écoulant de la poche. Ces bassins peuvent être soit en fonte revêtue de matière réfractaire, soit entièrement en terre réfractaire; ils sont constitués soit par une série de chambres cylindriques communiquant entre elles par des canaux étroits ayant toute la hauteur des chambres (procédé Van Riet), soit par des chambres rectangulaires séparées par des cloisons percées d'ouvertures à leur base (procédé Schneider).

MACHINES A MOULER.

(Page 119.)

Les machines à mouler, inconnues il y a quelques années, se sont rapidement répandues et l'on peut affirmer aujourd'hui qu'un grand nombre de pièces ne seraient plus économiquement réalisables sans elles. Il est probable que la fonderie de l'avenir ne comprendra que le moulage à la machine sauf pour les pièces de dimensions ou de formes très spéciales (bâtis de machines à vapeur, etc.).

Pour bien saisir la raison d'être de ces machines il est utile de rappeler le procédé général de moulage en deux châssis. Supposons une pièce dont aucune face n'est plane, la série des opérations est :

1° On remplit la chape renversée de sable dans lequel on imprime le modèle jusqu'à ce qu'il affleure au plan de la séparation reconnu le plus favorable. On forme un joint provisoire.

2° On place le châssis inférieur (renversé) et on l'emballe.

3° On retourne le châssis inférieur, on fait un joint, puis on défonce le faux-moule de la chape réalisé dans la première opération, et, plaçant la chape sur le châssis inférieur, on l'emballe.

4° On sépare les deux châssis, on retire le modèle et on renmoule.

Si le modèle présente une face plane, son impression dans le sable et la confection du faux-moule ne sont plus nécessaires. Si le modèle peut être séparé en deux suivant une face plane commune, chacune des deux parties du moule peut être exécutée séparément sans exiger la confection préalable d'un faux-moule. Dans ce cas il suffit de placer chaque moitié du modèle successivement sur une planche, d'emballer les deux châssis, de les soulever, faire les joints et renmouler

C'est cette dernière marche que l'on suit dans le moulage à la machine, mais avec cet avantage que par suite même du travail mécanique le joint est obtenu sans aucun travail supplémentaire; or c'est précisément la confection du joint qui dans le moulage à la main est la partie la plus longue et la plus délicate à réaliser.

Il faut remarquer en outre que pour que le modèle se dégage facilement du sable, le joint doit rigoureusement suivre l'intersection des dépouilles. Avec les machines cette condition est forcément réalisée car leur but direct est en réalité de soulever le châssis ou le modèle bien verticalement. Les machines qui ne font que cette opération de soulèvement rigoureusement normal au plan du joint sont appelées machines à démouler. Ce sont celles qui sont le plus répandues jusqu'à ce jour. L'emballage s'y fait à la main.

Dans les machines à mouler proprement dites, au contraire, le châssis étant rempli de sable, son dammage se fait à la machine par l'action d'un sommier venant le presser. Ce sommier est actionné soit à la main par l'intermédiaire de leviers, etc., soit par un piston actionné lui-même par de l'air ou de l'eau comprimé ou même par la vapeur. Dans un autre type de

machine, dite machine à compression pneumatique, le serrage du sable est obtenu par une membrane élastique, en caoutchouc par exemple, gonflé par de l'air comprimé.

Il existe un nombre énorme de types de machines à mouler, mais elles ne diffèrent en fait que par les dispositions mécaniques permettant de réaliser les principes très simples sur lesquels elles sont basées. Cela ne revient pas à dire que tous les types se valent, loin de là, car c'est précisément par le choix judicieux des procédés de détail employés que se distinguent les machines réellement pratiques.

Toutes les machines actuellement utilisées peuvent être classées dans les tableaux suivants comprenant les caractères saillants des diverses machines à mouler.

Nous avons affecté chaque point essentiel d'une lettre indice, ce qui permet, par la réunion de ces divers indices de caractériser chaque machine. Nous donnons plus loin des applications de ce système de notation.

Dans les mêmes tableaux ont été rangées les machines à faire les noyaux.

Tableau des types de machines à mouler.

α) MACHINES A DÉMOULER.

Type ordinaire. — A) Pour modèle simple :

Modèle fixe	châssis soulevé	A1
	châssis abaissé	A2
Châssis fixe	modèle soulevé	A3
	modèle abaissé	A4

B) Pivotant ou à modèle double.

Modèle fixe	châssis soulevé	B1
	châssis abaissé	B2
Châssis fixe	modèle soulevé	B3
	modèle abaissé	B4

Machine à peigne. — A simple mouvement :

Châssis fixe	modèle abaissé	C1
	modèle soulevé	C2

A double mouvement :

Peigne fixe	Premier mouvement : le châssis reste fixe et une partie du modèle descend à travers le peigne.	
	Deuxième mouvement : l'autre partie du modèle restant fixe, le châssis est soulevé.	
	Le peigne est en une pièce	C4
	Le peigne est en deux pièces.	C3

Modèle fixe : le châssis est soulevé et le peigne monte. . . C5

Machine à démoulage latéral . . . . . D

Remarques : 1° Chacune de ces machines peut être actionnée soit à la main soit par le jeu du piston à vapeur à eau ou à air.

2° A chacune de ces machines peut être adopté un ou plusieurs dispositifs spéciaux :

a) Dispositif permettant emploi de châssis bruts;

b) Vibrateur à la main ou mécanique.

3° Dans les machines des types C3 et C4 le second mouvement peut être produit soit à la main soit à la machine.

β) MACHINES A MOULER SEULEMENT.

Ces machines rarement employées peuvent être classées comme les machines à mouler et à démouler de la classe γ

γ) MACHINES A MOULER ET A DÉMOULER.

Chacun des types de moulage peut être combiné avec chacun des types de démoulage de la classe α.

Ces machines se distinguent par le mode de foulage.

Foulage à la main M		le sommier de foulage est fixe.	M1
		le sommier de foulage est mobile	M2
Foulage par piston P	Sommier fixe	actionné par air	P1α
		actionné par vapeur . . .	P1ν
		actionné par eau	P1ε
	Sommier mobile	actionné par air.	P2α
		actionné par vapeur . . .	P2ν
		actionné par eau.	P2ε
Foulage pneumatique			N

Remarques : 1° Suivant que dans le foulage par piston celui-ci opère ou non le démoulage aux indices des

machines sont ajoutés les lettres (δ) et (θ) mises entre parenthèses.

2° Il est à observer que dans certaines combinaisons de machines à mouler le sable est poussé vers le modèle et que dans d'autres c'est le modèle qui est poussé vers le sable.

3° Le sommier, fixe pendant le travail de compression, peut être ou non fixé sur un chariot.

4° Certaines de ces machines peuvent être disposées pour le moulage en mottes.

δ) MACHINES A RENMOULER.

Machines destinées à permettre l'assemblage rigoureusement exact de deux parties d'un même moule . . . . . R

ε) MACHINES SPÉCIALES.

Machines spécialement créées pour le moulage d'une pièce déterminée. . . . . S

λ) MACHINES A FAIRE LES NOYAUX.

Par piston. . . . . H

Par vis sans fin I

Par tournage. . . . . J

Par compression verticale dans formes en deux pièces . . . K

(Suivant que la compression du sable est faite à la main, par piston ou pneumatiquement, on fait suivre l'indice K de l'une des lettres M, P ou N mise entre parenthèses.)

Par emballage dans formes à déplacements latéraux L

(Suivant que la compression du sable est faite à la main, par piston ou pneumatiquement, on fait suivre l'indice L de l'une des lettres M, P ou N mises entre parenthèses.)

Les limites de cet ouvrage ne permettant pas de décrire un exemplaire de chacun de ces types de machines, nous décrirons seulement à titre d'exemple quelques-uns des modèles les plus employés et les plus intéressants.

TYPE A1. — C'est-à-dire machine à démouler dans lequel le modèle reste fixé, le châssis étant soulevé. Le modèle est fixé, par exemple au moyen de vis, sur une table en fonte dressée. Le châssis placé sur cette table est guidé, ainsi que dans toutes les autres machines, par des goujons afin d'assurer le parfait assemblage ultérieur des deux parties du moule; après emballage il est soulevé par quatre tiges traversant la table dressée et commandées par les pièces de la machine. Cette machine est une des plus simples et convient très bien au démoulage des pièces ne présentant pas de saillies trop élevées telles que plaques, tuyaux, pilastres, colonnes ordinaires, etc., mais elle ne peut rationnellement être employée que pour ce genre de pièces car le démoulage se faisant *modèle en bas* les parties de sable qui ont pu se détacher accidentellement, ce qui se produit d'autant plus facilement que les saillies du modèle sont plus élevées, continueront à tomber sous l'action de leur propre poids. Il n'en est pas de même lorsque le démoulage se fait *modèle en haut*,

alors ces parties de sable tendent par leur poids à reprendre la position qu'elles avaient quittée par suite d'un manque de dépouille ou autre cause analogue.

Il faut, d'après cela, choisir des machines dans lesquelles le démoulage se fait modèle en haut chaque fois que les pièces ont des saillies notables.

TYPE B3.— C'est-à-dire machine à démouler à plaque renversable dans laquelle le châssis reste fixe, le modèle

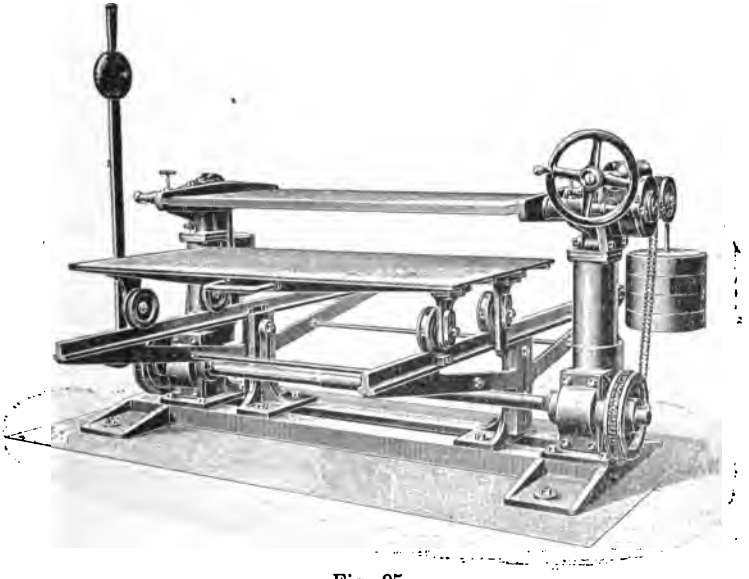


Fig. 95.

étant soulevé. Le modèle est fixé sur une plaque munie de deux tourbillons pivotant dans des paliers supportés

par des tiges qui, sous l'action du mécanisme de la machine, peuvent s'élever ou s'abaisser. La plaque étant calsée dans la position horiozntale, on y dépose un châssis que l'on y attache par des boulons ; après emballage on décale la plaque, on la fait pivoter et on l'abaisse par le jeu des tiges jusqu'à ce que le châssis vienne reposer sur un wagonnet roulant sur des rails faisant corps avec la machine. On déboulonne alors le châssis et on soulève la table qui entraîne le modèle et laisse sur le chariot le demi-moule terminé. — Généralement à chaque face de la table est fixé un demi-modèle.

TYPE C1. — C'est-à-dire machine à démouler dans laquelle le modèle descend à travers un peigne. Sur une table ajourée est fixé le peigne, le modèle traversant le peigne est supporté par un mécanisme permettant de l'abaisser. Lorsqu'il est remonté, on place un châssis que l'on emballe, on fait alors agir le mécanisme de démoulage qui fait descendre le modèle. Cette machine, ainsi que toutes les machines à peigne, est surtout indiquée pour les pièces à très haute saillie.

TYPE C2. — C'est-à-dire machine à démouler dans laquelle le modèle remonte à travers un peigne. Ce type de machine n'existe pas dans le commerce, mais dans un cas particulier on a été amené à se baser sur ce principe. Avec une machine du type C1 le sable

se détachait chaque fois que l'on retournait le châssis. Pour éviter cet inconvénient, qui ne se présentait pas lorsqu'on moulait à la main et qu'on retirait le châssis vers le haut, on a adopté avec succès le mode de travail suivant : on fixait le châssis à la machine au moyen de boulons, on enlevait à la grue châssis et machine, on retournait le tout, puis on faisait fonctionner le mécanisme de démoulage (ce qui retirait le modèle vers le haut), on séparait le châssis de la machine et on remettait cette dernière en place pour une nouvelle opération (1).

Cet exemple est une confirmation intéressante du principe d'après lequel le démoulage doit, pour de fortes saillies, se faire modèle en haut quoique dans le cas présent il devait sembler à première vue que la présence du peigne aurait dû suffire.

TYPE C3. — C'est à ce type que se rattachent les machines spécialement construites en vue du moulage des poulies.

TYPE C4. — C'est à ce type que se rattachent les machines à mouler les tuyaux à ailettes.

TYPE D. — Ces machines sont employées par exemple pour des poteries qui sont de dépouille non pas

(1) Voir *American Machinist* du 2 juillet 1904.

suivant une direction normale à leur face plane, le rebord, mais suivant une direction parallèle à cette face plane. Ce modèle est fixé sur une table et entouré de deux châssis réunis suivant un plan vertical. Après emballage, une vis faisant corps avec la machine écarte ces châssis l'un de l'autre et opère ainsi le démoulage.

TYPE B3 M1. — Cette machine ne diffère du type B3 que par le mécanisme de moulage à la main qui y est ajouté. Lorsque le châssis est rempli, on l'élève par un mécanisme commandé à la main jusqu'à ce que la surface du sable vienne se comprimer contre un bloc de bois de dimensions légèrement inférieures à l'intérieur du châssis et fixé à un sommier retenu par des tirants.

TYPE B3 P1 ε (δ). — C'est-à-dire machine à mouler à plaque renversable, munie d'un dispositif de moulage actionné par piston hydraulique opérant en même temps le démoulage. — Schématiquement cette machine revient à une machine du type B3 décrit précédemment surmonté d'un sommier de foulage fixe et dans lequel l'élévation des tiges portant les paliers est réalisée par un piston actionné par de l'eau sous pression.

Supposons la machine en fonctionnement; la plaque pivotante, garnie sur chaque face d'un demi

modèle, et supportant à la partie inférieure un châssis déjà pressé et reposant d'autre part sur le chariot inférieur et à la partie supérieure un châssis vide.

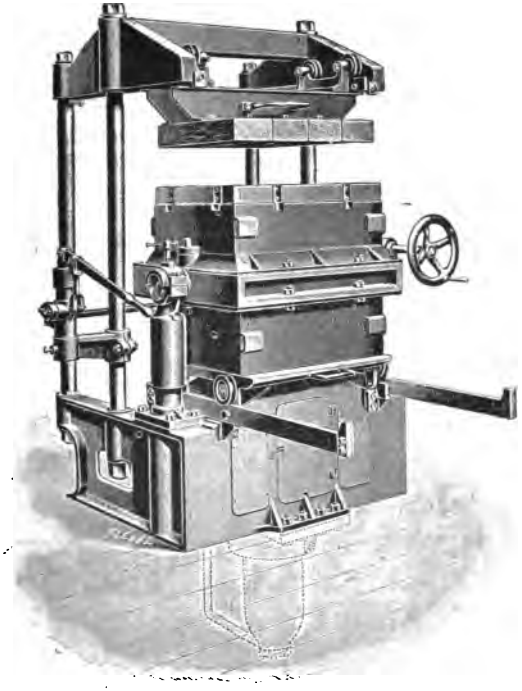


Fig. 96.

Pour remplir ce dernier de sable, on écarte le sommier supporté à cet effet par quatre roues. Ceci fait et le sommier étant remis en place, on déboulonne le châssis inférieur puis on introduit l'eau sous pression qui

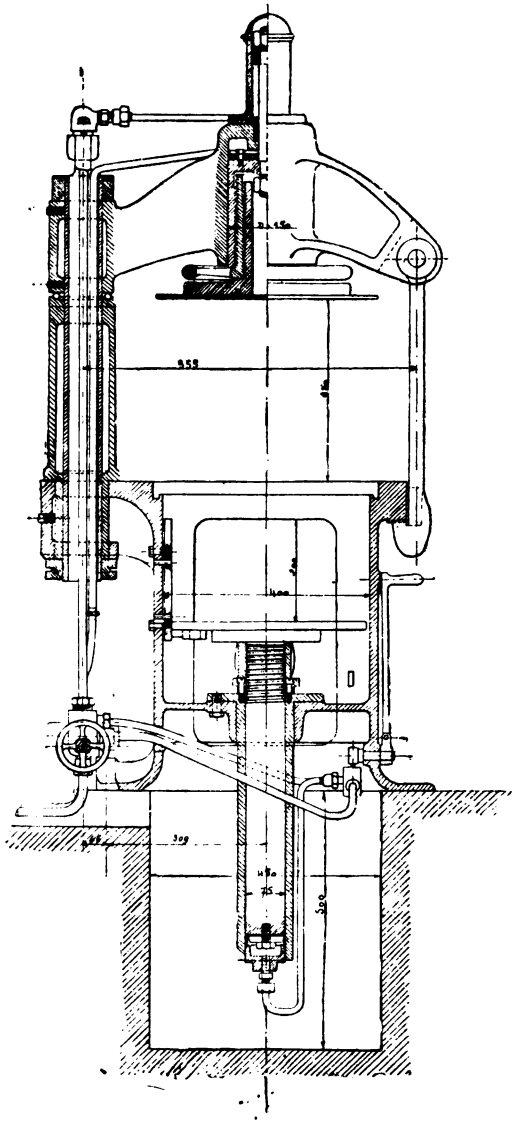


Fig. 97.

soulève la table jusqu'à ce que le châssis supérieur, venant presser contre le bloc du sommier, ait acquis le serrage nécessaire. Pendant ce mouvement d'élévation de la table, le châssis inférieur s'est démoulé et peut être retiré au moyen du wagonnet. Celui-ci étant aussitôt remis en place sous la table pivotante, on fait tourner celle-ci et on l'abaisse jusqu'à ce que le châssis qui vient d'être serré repose sur le wagonnet. On place ensuite un nouveau châssis sur la table et on continue la série des opérations dans le même ordre.

TYPE C5 P2 ε (δ). — C'est-à-dire machine dans laquelle le démoulage se fait par l'action d'un peigne mobile et le moulage par l'action d'un piston hydraulique agissant directement sur le sable; le démoulage se fait également par l'action d'un piston hydraulique. Le châssis repose sur une table fixe surmontée d'une traverse mobile autour d'un axe vertical et supportant le piston de compression. Un autre piston situé dans la partie inférieure de la machine soulève le châssis et en même temps le peigne.

Cette machine convient très bien pour le moulage en mottes, c'est-à-dire le moulage sans châssis. Mais il est alors utile d'utiliser en outre une machine à renmouler (classe δ.

Cette dernière machine se compose d'un bâti au centre duquel se trouve un piston hydraulique surmonté d'un plateau et sur les côtés duquel se trouvent deux mains diamétralement opposées et actionnées par un mécanisme les faisant reculer ou avancer toutes deux en même temps de la même quantité.

Ces mains sont munies de tetons destinés à pénétrer dans les trous des oreilles des châssis. Pour couler en mottes avec cette machine, on procède de la façon suivante :

1° On place sur le plateau du piston une plaque de dimension légèrement inférieure à l'intérieur du châssis.

2° On place le châssis inférieur sur les tetons des mains, on fait monter le piston qui dégage le châssis puis en écarte les mains et on laisse descendre le tout et on met les noyaux s'il y a lieu.

3° On rapproche les mains et on leur fait saisir le châssis supérieur que l'on cale dans cette position.

4° On fait monter le piston, ce qui a pour effet de faire sortir le sable des châssis. La motte ainsi obtenue est transportée en saisissant la plaque qui la soutient.

Pour permettre aux mottes de résister à la pression de la fonte liquide, on les garnit, pendant la coulée, d'une corbeille métallique mobile ou bien on noie

dans le sable pendant le moulage des cercles de fer; lorsque les mottes sont carrées ou rectangulaires, on peut encore les placer les unes à côté des autres.

TYPE S. — A titre d'exemple des machines à mouler créées en vue de pièces spéciales, on peut citer les machines à faire les engrenages dont il a été question pages 89 et 300.

TYPE H. — Cette machine à faire des noyaux cylindriques ou prismatiques comprend un cylindre ou un prisme creux de section appropriée dans lequel peut se déplacer un piston de même section. On remplit la forme de sable à noyau, puis on le fait sortir en élevant le piston. Avec ce type de machine, la partie inférieure du noyau est forcément plus serrée que la partie supérieure.

TYPE I. — Cette machine à faire les noyaux ne peut être mieux décrite qu'en la comparant aux machines utilisées par les charcutiers pour faire des boudins. La section de l'ouverture de sortie détermine la forme des noyaux.

Ce type est très en faveur en Amérique, il permet d'obtenir couramment des noyaux de 24 pouces et on est même parvenu à obtenir des noyaux de 10 pieds de longueur et un diamètre de 6 pouces. Leur surface est assez unie pour qu'il soit possible d'éviter

de les passer au noir. Par suite d'une disposition spéciale de ces machines, les noyaux obtenus sont pouvus d'un vide central très avantageux pour le dégagement des gaz.

TYPE J. — Les machines à faire les noyaux de ce type réalisent mécaniquement un travail à peu près semblable à celui fait au tour à noyaux dans le noyautage à la main. Elles conviennent surtout pour les noyaux de tuyaux en sable assez argileux.

Les types H et I ne peuvent servir que pour des noyaux cylindriques ou pneumatiques, le type J ne peut servir que pour des solides de révolution, les deux types suivants K et L peuvent servir pour des noyaux de formes très variées.

TYPE K. — Ces machines à noyauter se rapprochent dans leur disposition d'ensemble des machines à mouler. Elles comprennent essentiellement deux plateaux horizontaux que l'on peut éloigner ou rapprocher à volonté. Chacun de ces plateaux est muni de creux corres-

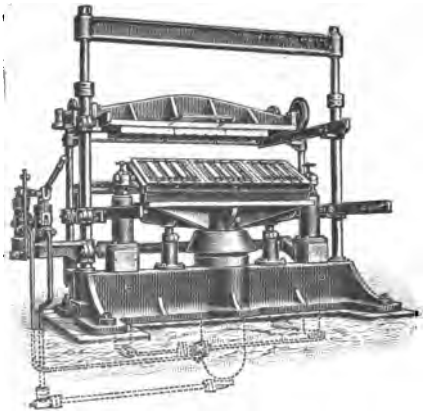


Fig. 98.

pondant à la moitié du noyau. On place sur le plateau inférieur une forme en bois sans fond ayant des dimensions déterminées par expérience, on la remplit de sable que l'on affleure, puis on retire la forme et on rapproche les plateaux. Les dimensions des formes doivent être telles que après compression le noyau ait la consistance voulue.

TYPE L. — Ces machines consistent en principe en une boîte que l'on remplit de sable, puis que l'on

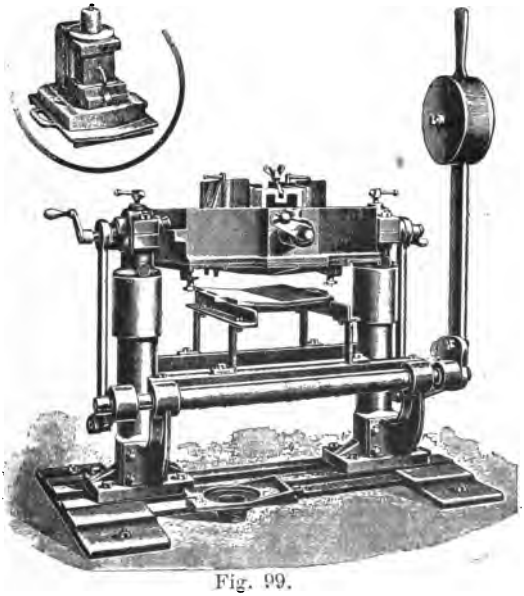


Fig. 99.

retourne sur une plaque qui servira au transport du noyau et dont on écarte ensuite les parois par le

jeu de vis. Elles sont surtout indiquées pour des noyaux assez compliqués comme par exemple ceux des boites à graisse de wagons, etc.

Dans le but de faciliter le démoulage, certaines machines sont pourvues d'appareils appelés vibrateurs qui ébranlent le modèle de la même manière que dans le balotage du moulage à la main. Ces vibrateurs sont actionnés à la main et agissent alors comme un marteau, ou bien sont actionnés par de l'air comprimé et donnent alors au modèle un véritable mouvement de vibration. Ce dernier modèle, surtout en faveur en Amérique, comprend un petit cylindre dans lequel se meut, à raison de 5 à 10.000 coups par minute, un petit piston qui vient frapper une butée de la table sur laquelle est fixé le modèle.

Une question très importante dans l'installation des machines à mouler est la confection des modèles. Il semble pourtant que l'on a beaucoup exagéré cette difficulté et que l'on peut, en se conformant à quelque règles assez simples, arriver assez facilement à exécuter par les seuls moyens de la fonderie et sans recourir aux travaux d'ajustage, la plupart des modèles courants.

La méthode la plus générale pour obtenir des modèles pour machines est la suivante :

On fait avec le modèle préalablement fait en bois un moule ordinaire en deux châssis. On sépare les deux châssis et on réunit chacun d'eux à un châssis rempli de sable affleuré. En coulant dans les deux moules ainsi obtenus du métal blanc, on obtient les deux parties du modèle nécessaire. Si, ainsi qu'il est généralement avantageux, au lieu d'un simple modèle, on désire obtenir une plaque modèle, on s'arrange pour que dans les chapes placées sur les deux châssis qui constituaient le moule primitif, il y ait des vides nécessaires pour réaliser les plaques sur lesquelles les modèles seront alors venus de fonte.

Pour obtenir des plaques modèles en plâtre, il suffit de recouvrir chacun des deux châssis primitifs d'un cadre bas et d'y couler du plâtre. Les moulages ainsi obtenus sont ensuite passés au vernis de modelage et peuvent servir très longtemps.

Dans le cas de petites pièces, la même plaque peut contenir un assez grand nombre de modèles. Il est alors souvent avantageux d'utiliser des couches constituées comme des châssis d'imprimerie dans lesquelles on vient serrer les modèles nécessaires.

La confection des peignes présente un peu plus de difficultés; il faut pourtant remarquer qu'il est possible de les faire en bois; dans ce cas il est recomman-

dable employer du bois ayant séjourné pendant environ 12 heures dans un bain de paraffine chauffée à la vapeur; les planches peignes ainsi obtenues résistent presque aussi longtemps que celles en métal.

Pour diminuer le travail d'ajustage des peignes, on procède souvent comme suit :

Dans une plaque de métal on découpe approximativement une ouverture correspondante au modèle, puis on y place le modèle et on coule, entre le modèle et les bords de l'ouverture ainsi réalisés du métal blanc.

Les principaux avantages des machines à mouler sont :

Augmentation du rendement de l'usine;

Meilleures qualité des pièces fournies;

Uniformité des pièces;

Diminution des frais d'ébarbage et de parachèvement;

Ouvriers moins cher.

Pour ce qui concerne les ouvriers à choisir pour conduire les machines, il y a lieu de remarquer qu'en général il vaut mieux un ouvrier non mouleur. Le maniement de la machine s'apprend très vite et un ouvrier non mouleur ne cherchera pas à réparer un moule mal réussi, ce qui prend généralement plus de temps que d'en faire un nouveau.

Souvent on hésite à exécuter à la machine une commande dont il ne faut que quelques pièces. Il ne faudrait pourtant jamais perdre de vue que le modèle une fois établi :

1° Le travail de moulage sera plus vite fait;

2° Qu'il sera fait par des ouvriers moins chers.

PROCÉDÉS DE MOULAGE DIVERS.

Il est intéressant de signaler quelques procédés de moulage divers qui ont leur raison d'être dans des cas particuliers.

MOULAGE AVEC CHASSIS SANS TRAVERSES. — Ce procédé utilisé en Amérique convient pour moules assez grands emballés au fouloir pneumatique. Le châssis n'a pas de traverses mais est muni, à environ 4 à 5 centimètres du bord, de deux rebords intérieurs. On procède comme suit :

1° On fixe au châssis un plateau en bois sur lequel est fixé le modèle. On emballe, on affleure au niveau des rebords en question, on place sur ces rebords une tôle percée de trous et de dimensions légèrement inférieures à l'intérieur du châssis, on cale cette tôle au moyen de tiges en fer traversant des trous ménagés dans les parois du châssis au-dessus de ce rebord intérieur.

2° On tourne le tout, on retire le plateau en bois et on place sur le modèle la seconde partie de modèle.

3° On emballe le châssis inférieur et on le munit d'une tôle comme la chape.

4° On passe quelques vis à bois terminées par les crochets à travers les trous de la tôle du châssis inférieur et on les visse dans le modèle correspondant; dans les crochets de ces vis on passe des tiges reposant sur le rebord du châssis, on cale ces tiges. Le modèle étant ainsi soutenu (et le sable retenu entre le modèle de la tôle), on peut retourner le châssis. On enlève ensuite les vis et on porte au séchoir. Pour la chape, qui à ce moment est retournée, il n'y a pas lieu de prendre ces précautions; il suffit d'enlever le modèle et de le porter au séchoir. Après séchage le sable est assez dur pour permettre le retournage.

MOULAGE EN MOTTES. — Ce procédé a été décrit page 319 à propos des machines à mouler.

MOULAGE AU DEVERSE. — Ce procédé sert surtout dans la fonderie de zinc, mais quoique jusqu'ici on ne soit pas parvenu à l'employer avantageusement dans la fonderie de fer il est intéressant de le rappeler. Le métal liquide est versé dans une coquille mobile sur tourillons. Dès qu'une croûte à pu se former, on

retourne le moule et on écoule la partie encore liquide : on obtient donc ainsi une pièce creuse sans avoir dû employer de noyau. Cette méthode est utilisée à la fabrication des statuettes en zinc et nécessite un métal très fluide. Par suite des moyens dont on dispose actuellement pour obtenir de hautes températures pouvant donner de la fonte très fluide, il devient possible de se baser sur ce principe pour la production de certaines pièces spéciales.

MOULAGE CENTRIFUGE. — On fait actuellement des roues d'acier d'après un procédé très original. Le moule est animé d'un mouvement de rotation. On commence par y verser de l'acier dur qui se dispose à la périphérie là où il doit résister à l'usure; puis on le remplit avec de l'acier plus doux.

MOULES METALLIQUES. — Nous ne ferons que citer les moules métalliques destinés à la production des fontes trempées, employées surtout pour des pièces qui doivent résister à l'usure, telles que roues de tramways, cylindres de broyeurs, etc. Il est utile de rappeler que la coulée en coquille produit une texture du métal absolument caractéristique et très différente de celle que l'on pourrait obtenir par une trempe ordinaire. Les propriétés spéciales acquises par les surfaces des pièces en fonte trempée sont permanentes,

alors qu'au contraire, la dureté due à une trempe ordinaire disparaît par une chaude au rouge sombre.

COQUILLES POUR FONTE TENDRE. — Dans d'autres cas, par contre, il est indispensable de conserver à toutes les parties des pièces la douceur qu'elles auraient par l'emploi de moules en sable. Pour concilier cette exigence avec l'usage des moules métalliques qui présentent l'avantage d'éviter les frais de confection du moule après chaque coulée, on a cherché à éviter la trempe en enduisant la coquille d'argile ou d'une autre matière analogue. Souvent, dans ce cas, on donne au moule des dimensions dépassant de quelques centimètres les dimensions de la pièce et on le garnit d'aspérités qui retiennent un revêtement en terre.

Il existe aujourd'hui dans le commerce des produits dont on peut enduire les coquilles et qui, sans devoir être renouvelées après chaque coulée, empêchent la trempe.

Ce sont des matières de ce genre que l'on emploie dans des machines dites à couler. Ces machines sont disposées pour la production de grandes quantités de pièces semblables. Elles se composent de deux plateaux entre lesquels on serre les deux moitiés des

moules métalliques et que l'on relève ensuite pour la coulée (voir figures 100 et 101).

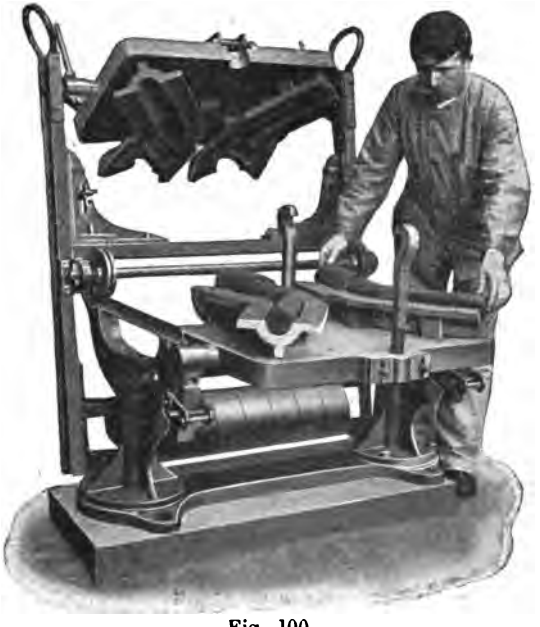


Fig. 100.

A propos de procédés rapides pour l'obtention de pièces toujours semblables, il est intéressant de citer les dispositifs adoptés par certaines usines américaines. Sur deux rails disposés en cercles concentriques sur le sol de l'usine sont disposés des wagonnets formant une chaine sans fin actionnée à intervalles réguliers de telle sorte qu'un wagonnet fait un tour complet en environ 1 h. 45 m. Le long de ces voies sont disposés les

divers services de moulage et de coulée, de manière que chaque ouvrier fait toujours la même opération ou plus exactement la même partie d'une opération : ainsi pour le moulage, par exemple, un ouvrier emballe toutes les chapes, l'autre tous les châssis inférieurs, un troisième fait le renmoulage, etc. Il va sans dire que le sable est amené automatiquement par des transporteurs. L'emploi de ce système, dans une usine près de Pittsburg où on produit 350 roues par jour, a réduit les frais de main-d'œuvre d'environ 50 pour cent.

Fig. 101.

NOYAUTAGE.

(Pages 120 et suivantes.)

Les machines à faire les noyaux ont été étudiées page 311 en même temps que les machines à mouler.

Parmi les autres machines utilisées dans l'atelier de noyautage, il y a lieu de citer :

MACHINES A FAIRE LES TRESSES DE PAILLE.— Elles permettent de faire les tresses de paille mieux et plus économiquement qu'à la main.

MACHINES A REDRESSER LES ARMATURES DE NOYAUX. — Cette machine trouve son emploi dans les fonderies importantes utilisant de grandes quantités de fers ronds pour armer leurs noyaux. Après la coulée, ces fers sont souvent contournés en tous sens et ne peuvent économiquement être redressés à la main. Par l'emploi de cette machine ils sont, sans emploi appréciable de main-d'œuvre, remis en état de neuf.

Leur usage devrait forcément se répandre si on adoptait le procédé récemment préconisé et consistant à remplacer les lanternes et tiges massives des noyaux par une série de tiges de 2 à 4 millimètres, réunies de distance en distance par des couronnes de feuillard.

MALAXEUR. — Des types spéciaux de malaxeurs ont été créés pour réaliser le mélange intime des différentes matières entrant dans la composition des sables de noyautage. Pour peu que la fonderie soit assez importante, l'emploi de ces machines est très recommandable et l'économie des matières premières autant que la diminution des pièces rebutées en paie rapidement le prix d'achat.

Lorsqu'il s'agit de sable très argileux, ces malaxeurs sont analogues aux tonneaux à mortier et comprennent essentiellement un axe vertical pourvu de palettes et tournant dans une cuve munie à sa partie inférieure d'une porte permettant de retirer la matière préparée. Depuis quelques années, les matières utilisées à la confection des noyaux ont été l'objet d'études spéciales provoquées surtout par la nécessité de produire des pièces qui auraient semblé irréalisables aux fondeurs d'il y a cinquante ans telles, par exemple, que les radiateurs pour chauffage à l'eau chaude ou à la vapeur. Dans certaines de ces pièces non seulement les noyaux ne sont pas armés, mais en outre ils ne peuvent dégager une quantité appréciable de gaz à la coulée car les formes requises ne permettraient pas de ménager leur dégagement. On trouve dans le commerce de nombreuses matières réalisant préten-

dument ces qualités extraordinaires. Beaucoup de charlatanisme s'est mêlé à cette question, mais néanmoins certaines d'entre celles présentées sont excellentes et on en trouve la preuve dans les pièces qu'elles permettent de réaliser.

Les divers agglomérants utilisés peuvent être divisés en deux classes : ceux qui sont employés à l'état solide et ceux qui sont employés à l'état liquide. Les premiers comprennent : la dextrine, la farine, la résine et les produits spéciaux de composition tenue secrète ou brevetée; les seconds comprennent l'huile de poisson, l'huile de lin, l'huile de résine, la mélasse, la colle et les huiles ou liquides divers, spéciaux, secrets ou brevetés.

Les qualités que doivent représenter ces agglomérants sont : se mélanger facilement avec le sable et réaliser une masse qui conserve bien les formes du noyau et n'adhère pas à la boite. Le noyau obtenu doit après cuisson être assez dur pour être manié sans danger, et pourtant assez élastique pour ne pas s'opposer à la contraction de la fonte et assez poreux pour permettre l'échappement des gaz. Enfin il doit pouvoir être sans difficultés retiré à l'ébarbage et cela en laissant des pièces bien propres.

La grande question dans l'emploi de ces agglomérants

est la perfection du mélange et l'on ne saurait y attacher assez d'importance tant au point de vue de la qualité des pièces moulées à obtenir qu'au point de vue de l'économie de matière première. Dans certains cas on a pu diminuer de 50 p. c. la quantité d'agglomérants nécessaires en faisant un malaxage plus soigné. Il faut pourtant observer qu'en poussant ce malaxage trop loin, le prix de ce travail supplémentaire peut dépasser l'économie réalisée sur l'agglomérant. Dans chaque cas il y a donc lieu de vérifier par expérience dans quelles limites il faut se tenir.

Au point de vue de la perfection du mélange, les agglomérants liquides sont certainement plus avantageux que les solides. Ces derniers doivent en tous cas être en poudre à grains aussi fins que possible et toujours beaucoup plus fins que les grains du sable employé.

Parfois on opère le mélange du sable et de l'agglomérant liquide en projetant celui-ci au moyen d'air comprimé d'après un procédé analogue à celui utilisé pour revêtir les moules de noir (voir page 289).

Il est très important de faire de nombreux essais pour déterminer quelle est, avec les sables dont on dispose, la meilleure composition à adopter pour les noyaux. Une étude soigneuse de cette question permet

de réaliser parfois des économies aussi importantes qu'inattendues tout en assurant une meilleure qualité des pièces produites. Il y a lieu à cet égard d'examiner l'emploi d'une partie du vieux sable provenant des noyaux enlevés à l'ébarbage. Par une composition rationnelle du mélange employé au noyautage, on peut très souvent arriver à comprendre dans ce mélange 1/3 à 1/2 de vieux sable.

Voici à titre d'exemple quelques formules de mélange: Pour petites pièces, 40 parties de sable rugueux, 40 parties de vieux sable, 1 partie de cellulose. Ne nécessite pas de trous d'air.

Pour grosses pièces : 10 parties de sable réfractaire, 10 parties de sable de moulage, 1 partie de cellulose, 1 partie de farine. Cette composition est très avantageuse au point de vue de la facilité d'ébardage. Les noyaux doivent être très peu séchés.

Pour grosses pièces : 5 parties de sable réfractaire, 10 parties de sable de moulage, 1 partie de farine. Ce mélange est économique mais il rend l'ébarbage un peu difficile.

Pour petites pièces : sable blanc 8 parties, farine 1 partie, ou bien sable blanc 100 parties, huile de lin 5 parties. Ce dernier mélange, très recommandable, doit être préparé au moins 24 heures avant l'emploi.

L'usage de la résine comme agglomérant présente l'inconvénient d'exiger un séchage à fond rendu difficile par sa tendance à brûler; aussi l'économie réalisable par le bon marché de la matière première est-elle annulée par le supplément de main-d'œuvre.

MOULAGE EN TERRE.

(Page 154.)

Ce procédé, pour intéressant qu'il soit, semble dans l'avenir devoir être petit à petit supplanté par le moulage en sable.

En effet, sa raison d'être principale est l'avantage de ne nécessiter ni châssis ni modèle. Cet avantage est très réel lorsqu'il ne s'agit que de couler une ou quelques pièces, mais perd toute importance lorsqu'il faut obtenir un grand nombre de pièces identiques. Or l'industrie moderne tendant de plus en plus à la spécialisation et par suite à la fabrication en grande série, il arrivera un moment où le moulage en terre ne sera plus employé que dans les petites fonderies ayant la spécialité des pièces pour réparation ou lors de la création de nouveaux types de machines ou oncore pour des pièces exceptionnelles.

Le moulage en sable étant beaucoup plus économique, on en arrivera certainement à créer des procédés et

des machines permettant de réaliser par cette méthode des pièces qui aujourd'hui sont généralement faites en terre.

Il semble probable que le procédé dit moulage par noyaux, dont il a été question page 301, soit à ce propos destiné à se combiner dans bien des cas le moulage en sable proprement dit.

DU RESSOUDAGE.

(Page 210.)

Aujourd'hui on fait souvent du ressoudage au moyen du thermit surtout lorsqu'il faut réparer des pièces de fonte ou d'acier en dehors des fonderies.

Le thermit est une poudre qui enflammée produit une chaleur considérable. Il suffit donc d'en jeter la quantité nécessaire au fond du moule préparé sur ou autour de la partie à réparer, pour porter cette dernière à la température de fusion nécessaire au soudage.

Il faut environ 15 kilog. de thermit par décimètre carré de surface à souder pour fondre le métal à une profondeur d'environ 50 millimètres. Diverses précautions sont à prendre, mais cette question est un peu spéciale et sort trop du cadre de cet ouvrage pour que nous nous étendions sur ce sujet.

ÉBARBAGE.

(Page 217 et suivantes.)

Les outils d'ébarbage anciens sont la brosse et la lime. Dans les fonderies modernes, on tend de plus en plus à les supprimer et à les remplacer par des procédés plus économiques et plus expéditifs. Lorsque l'on emploie la lime et qu'à la fonderie est joint un atelier de construction, il peut être avantageux de faire utiliser par les ajusteurs pendant un jour ou deux les limes neuves avant de les passer à l'ébarbage. Dans les usines qui ont essayé cette méthode, on a réalisé une très notable économie sur la consommation des limes au parachèvement sans pour cela augmenter celle des limes d'ébarbage. Le seul inconvénient est une petite complication dans le service de distribution et de contrôle des outils.

Une des plus anciennnes machines d'ébarbage est le tonneau. Il convient très bien pour des pièces dont les dimensions ne sont pas trop grandes et dont les contours ne sont pas trop délicats .La grandeur des pièces dépend d'ailleurs surtout de la dimension du tambour. Il est à recommander de ne charger en même temps autant que possible que des pièces de dimensions à peu près semblables. Pour activer le nettoyage au tonneau on charge en même temps que les pièces à ébarder

des matières diverses telles que grenailles de fonte, scories du cubilot, etc.

Il est presque indispensable de munir ces appareils d'un système d'aspiration des poussières. En effet ces poussières présentent les inconvénients suivants :

1° Elles sont très nuisibles à l'hygiène des ouvriers.

2° Elles agissent comme un lubrifiant et retardent le travail d'ébarbage.

3° Elles s'attachent aux pièces qui doivent de ce fait subir un nettoyage supplémentaire à la sortie du tonneau.

Un effet curieux et connu depuis peu de l'ébarbage au tonneau est l'amélioration qui en résulte dans la qualité des pièces par suite des chocs répétés. Cet effet semble dû à la répartition des tensions moléculaires. On a constaté dans certains cas que la résistance augmentait ainsi de 30 à 40 p. c.

Les meules sont surtout employées dans les ateliers d'ébarbage pour enlever les bavures. Actuellement on utilise souvent de petites meules transportables actionnées par un arbre flexible.

Depuis quelques années on se sert pour le même usage de marteaux pneumatiques. Ces outils ne conviennent bien que pour des pièces assez lourdes car

le burin, pour travailler efficacement, doit rencontrer une résistance.

De tous les moyens modernes d'ébarbage, celui qui semble destiné à acquérir le plus d'importance est le jet de sable. Suivant les circonstances, le sable est projeté par de l'air comprimé ou par un moyen mécanique. Dans le premier cas, l'air comprimé entraine le sable qui est chassé par une lance maniable à la main. Ce procédé convient surtout pour de grosses pièces. L'ouvrier doit se munir d'un casque pourvu de lunettes; il nettoie la pièce comme s'il maniait une lance d'arrosage.

Dans le second cas, au contraire, les pièces à nettoyer sont disposées sur un plateau tournant ou sur un wagonnet et le sable est constamment ramené sur une roue tournant à très grande vitesse et le projetant par l'action de la force centrifuge. Ces machines conviennent pour des pièces de dimensions moyennes et petites et semblent être l'outil par excellence de toute fabrication de pièces moulées en séries.

Dans certains cas on fait le décapage à l'acide. Les pièces venant de la fonderie sont arrosées avec une solution diluée d'acide. Parfois on les plonge entièrement dans un bain d'acide. On les laisse ensuite reposer quelques heures. Puis on les lave à grandes eaux.

Tout le sable brûlé s'enlève facilement et en outre la croûte superficielle, dure et nuisible aux outils de parachèvement, se trouve attaquée. Dans certains cas ce procédé se recommande comme particulièrement économique. Mais, au contraire de ce qui a lieu dans l'ébarbage au tonneau, il a l'inconvénient de diminuer la résistance des pièces (dans certains cas jusque 10 p. c.)

On vend aujourd'hui dans le commerce de nombreuses espèces de mastics dont quelques-uns permettent de cacher fort bien les défauts des pièces moulées, mais l'emploi de ces produits n'est pas recommandable et un fondeur consciencieux devrait toujours en interdire strictement l'usage et se conformer aux conseils donnés à ce sujet par le maître-fondeur E. Molerat et qu'il est utile de rappeler.

« Nous terminerons cette causerie par quelques mots » sur une pratique déplorable, usitée encore dans » trop de fonderies : nous voulons parler de la répa- » ration des défauts superficiels, dartres principale- » ment, observés sur les pièces à l'ébarbage; on les » mastique, on les maquille, on les truque en un mot.

» Tout chef-fondeur, véritablement digne de ce poste, » et soucieux de sa réputation d'honnête homme, ne » laissera jamais, dans son service, masquer aucun

» défaut de pièce; il s'attachera à montrer à ses
» ouvriers le moyen d'empêcher ces défauts de se
» produire en leur expliquant minutieusement la cause.
» C'est en fonderie surtout qu'on doit toujours songer
» qu'il vaut mieux prévenir que guérir. Si une pièce a
» un défaut n'entachant en rien sa solidité ni le bon
» service qu'on en attend, c'est à l'atelier de construc-
» tion à réparer ce défaut quand la pièce est entière-
» ment finie et prête à être mise en peinture pour
» l'expédition. En agissant ainsi, le chef-fondeur affir-
» mera sa loyauté de caractère, gagnera la confiance
» de son patron et l'estime des ouvriers; toutes choses
» qui ne peuvent que concourir à la prospérité de la
» fonderie. »

Il existe pourtant un moyen rationnel de boucher les soufflures et les dartres, et auquel de par l'outillage qu'il nécessite ne s'appliquent pas les observations ci-dessus. Au moyen d'un chalumeau alimenté par de l'oxygène et de l'hydrogène ou par de l'oxygène et de l'acétylène ou par l'action de l'arc électrique, on fond une barette de fer comme on fond un baton de cire à cacheter dans la flamme d'une bougie et les gouttes incandescentes viennent boucher le trou qui gâtait l'aspect de la pièce.

DE LA MANŒUVRE.

(Page 221.)

Tout doit autant que possible être disposé de manière à réduire à son minimum possible le rôle du manœuvre. Si la fonderie est assez importante, il y a lieu d'user largement des moyens mécaniques dont on dispose aujourd'hui pour le transport des pièces, des sables, etc.

D'autre part, les consommations accessoires diverses doivent être sévèrement réglées par un système de contrôle simple mais rigoureux. C'est à la direction à étudier et à fixer la méthode de travail qui assurera forcément l'ordre et l'économie dans l'atelier.

DU CUBILOT.

(Page 222.)

Il sortirait des limites de ce volume de développer les principes qui doivent régler les proportions relatives des cubilots. Cette question concerne d'ailleurs plus directement le fournisseur de matériel pour fonderies que le fondeur lui-même. Il suffira de noter la tendance générale d'augmenter la hauteur et de diminuer le diamètre, ce qui permet une meilleure utilisation du combustible mais nécessite une plus

forte pression de vent. Les cubilots à avant-creuset semblent un peu avoir perdu de leur faveur; ils augmentent en fait un peu la consommation du coke et l'on peut, par une disposition convenable du creuset, réaliser les mêmes avantages que ceux que présente cette combinaison.

La disposition du cubilot reposant sur des colonnes (voir fig. 71, 76, 77 et 78) est très à recommander et doit être absolument préférée au type reposant sur un massif en maçonnerie; elle permet de remplacer rapidement le fond et surtout de vider et de nettoyer facilement le cubilot.

Dans les fonderies peu importantes, ou lorsqu'il s'agit d'opérer une petite coulée sans se servir du cubilot principal, on trouve avantage à opérer la fusion dans des creusets placés dans des fours oscillants et, pour les petits modèles, portatifs. D'autre part, en Amérique on commence à employer assez couramment, pour la fusion de la fonte, des fours assez semblables à des cornues de convertisseurs comme disposition extérieure, mais dans laquelle le métal chargé solide est fondu par la combustion d'un gaz.

On peut citer dans le même ordre d'idées un cubilot qui est placé sur des tourbillons de façon à pouvoir le faire osciller pour en permettre les réparations,

sa section étant trop étroite pour qu'un homme puisse y pénétrer.

Les sables réfractaires employés au garnissage des cubilots doivent être assez alumineux; trop siliceux, ils se détruisent rapidement et favorisent l'absorption du soufre par la fonte. Le meilleur des revêtements semble être le kaolin, mais ce produit peut rarement être employé à cause de son prix élevé.

Un bon coke de fonderie ne doit pas contenir plus de 0.75 p. c. de soufre, 1.5 à 2 p. c. d'humidité et 8 à 11 p. c. de cendres. A cause de sa friabilité le coke à gaz ne peut être employé, mais il ne faut pourtant par des cokes aussi denses qu'aux hauts-fourneaux; ce sont ceux de dureté moyenne qui conviennent le mieux. Dans les installations actuelles, la consommation du coke varie de 6 à 12 p. c.; mais il n'est pas toujours de l'intérêt du fondeur de trop chercher à la réduire, car la qualité des fontes moulées peut s'en ressentir et, même, le déchet de fonte au cubilot peut être augmenté.

Cette consommation peut varier assez notablement avec le mode de chargement du cubilot, la dimension des morceaux de fonte, etc. Contrairement à l'ancienne pratique, on recommande aujourd'hui de charger une partie de fonte sur le coke de remplissage AVANT d'allumer le feu.

Un ancien fondeur, Moline, prétendait que la fusion au cubilot devait être conduite de telle sorte que l'on devait pouvoir s'asseoir sur le gueulard. Sans aller jusqu'à ce point, on doit pourtant chercher de toute façon à diminuer la chaleur des gaz s'échappant en pure perte. Dans les fonderies importantes, il y aura parfois lieu de faire l'analyse de ces gaz et de rechercher ainsi si la marche suivie ne doit pas être modifiée.

Le déchet de la fusion au cubilot, calculé d'après le poids des matières chargées et le poids des produits finis, varie avec la nature des fontes employées et les dimensions des pièces moulées. Il est en moyenne de 5 à 10 p. c., quoique certains auteurs prétendent que l'on doit pouvoir arriver à ne pas dépasser 2 à 3 p. c. En tous cas, il ne devrait jamais dépasser 10 p. c.

La température de la fonte coulée doit être soigneusement surveillée. Elle peut non seulement influencer sur la réussite même des pièces, mais a, en outre, un effet sur leur qualité de résistance; ainsi, on a constaté qu'une fonte qui, coulée à la température convenable, avait une résistance de 20.64 kilog. par millimètre carré, n'avait plus qu'une résistance de 19.3 kilog., lorsqu'elle était coulée trop chaude et de 15.9 kilog. lorsqu'elle était coulée trop froide.

MARCHE EN PREMIÈRE FUSION.

L'idée d'utiliser directement au moulage la fonte venant du haut-fourneau est évidemment séduisante, car elle permet d'économiser tout le coke, la main-d'œuvre et les produits accessoires nécessaires à une seconde fusion, et plusieurs usines l'utilisent pour la fabrication de pièces moulées grossières, telles que dalles de pavement pour usines, contrepoids, etc.; mais ce n'est que depuis peu que, grâce à la plus grande régularité d'allure que l'on a pu imposer au haut-fourneau, cette méthode commence à se développer pour des moulages soignés.

Plusieurs métallurgistes la prétendent même plus avantageuse que la marche en seconde fusion à cause de la haute température de la fonte et surtout à cause de sa moindre teneur en soufre. D'après West, les fontes ainsi obtenues peuvent, tout en étant plus facile à travailler, être moins silicieuses que celles obtenues au culibot et par suite sont plus résistantes. Les segments en fonte d'un tunnel de la ligne de King Cross and Pecaddilly ont été coulées en première fusion par une usine anglaise quoique les épreuves à réception fussent assez rigoureuses.

CASTINE.

(Page 233).

L'emploi de castine a pour effet :

1° De diminuer les déchets de fer;

2° D'absorber le soufre contenu dans le coke:

3° D'assurer la propreté du culibot en rendant les scories plus fluides.

A. Sulzer de Wintherthur a fait dernièrement des essais importants sur l'effet des additions de calcaire au cubilot, d'où il résulte que l'on doit recommander d'employer une quantité de calcaire égale à environ 30 p. c. le poids du coke.

Il est bon d'augmenter cette proportion lors du chargement du cubilot. En tous cas, chaque charge de coke doit être accompagnée de sa charge de castine.

En Allemagne, certains fondeurs préfèrent diminuer la proportion de castine et la remplacer partiellement par du minerai de maganèse.

On emploie parfois aussi du spathfluor, mais ce corps est généralement plus cher que le calcaire et il présente l'inconvénient de dégager un gaz corrosif très désagréable pour les chargeurs; son principal avantage est de donner, lorsqu'il est chargé avec une partie de calcaire, une scorie très fluide.

DE LA SOUFFLERIE.

(Page 234.)

Il est essentiel de placer le ventilateur aussi près que possible du cubilot. Les pertes de force dues à une conduite longue, surtout si elle comprend plusieurs courbes, sont énormes. Aujourd'hui on commande souvent des ventilateurs à l'électricité, ce qui est très avantageux à plusieurs points de vue.

On peut compter qu'il faut environ 9 kg. d'air par kilogramme de coke brûlé.

La vitesse de fusion augmente avec la pression (elle est proportionnelle à la racine carrée de cette pression). D'autre part, la pression doit être d'autant plus forte que le coke employé est plus dur et le diamètre du cubilot plus grand.

Quand on installe une nouvelle soufflerie, on doit se mettre en garde contre les forces indiquées par les fournisseurs de ventilateurs. Elles sont généralement notoirement dépassées en pratique.

Les essais faits à ce propos en Amérique par D. West et relatés dans l'Ingineering du 27 mai 1904 sont caractéristiques. On trouvera dans cette même étude des renseignements intéressants sur les conditions à exiger d'un ventilateur.

MÉLANGE DES FONTES.

(Pages 237.)

Il est surabondamment prouvé aujourd'hui que l'aspect de la cassure des fontes, loin de dépendre uniquement de leur qualité, dépend d'une foule de circonstances étrangères, telles que rapidité de refroidissement, nature du moule, etc. Tout au plus le contremaitre d'un haut-fourneau peut-il, *les conditions restant toutes les mêmes*, juger de la bonne marche de la réduction d'après la cassure des gueuses. Mais le fondeur en seconde fusion, qui ignore la nature des minerais employés, les procédés de coulée, etc., ne peut sérieusement se baser sur des indices aussi instables.

D'autre part, les employeurs de fontes moulées deviennent, avec raison, de jour en jour plus exigeants et veulent des produits réunissant des qualités bien déterminées.

Dans ces conditions il est devenu nécessaire d'imiter en petit pour le cubilot ce qui se fait depuis longtemps pour le haut-fourneau et de se baser dans sa conduite sur le résultat des recherches scientifiques sur l'influence des divers constituants de la fonte sur ces propriétés. On en est ainsi arrivé, dans les fonderies réellement modernes, à calculer le mélange à employer

en ne se servant que des analyses chimiques des matières disponibles. Il est essentiel que ces analyses soient faites par le fondeur lui-même et que ce dernier ne se contente pas de celles fournies par le haut-fourneau. Les achats de fonte devraient toujours stipuler la composition chimique qui constitue une garantie de valeur bien autrement sérieuse que l'indication d'un numéro conventionnel, et des analyses devraient être faites à la réception. Ces analyses serviront, d'une part, à contrôler les matières fournies et, d'autre part, seront la base du calcul des charges du cubilot. Si la fonderie n'est pas assez importante pour justifier l'établissement d'un laboratoire, on peut se contenter de faire faire de temps en temps ces analyses par un chimiste étranger. Les divers bénéfices résultant de cette pratique paieront largement les frais qui en résulteront (1).

En suivant ces méthodes, on arrive à produire régu-

(1) Il est essentiel que les échantillons soumis à l'analyse soient prélevés d'après une methode fixe : on prend deux gueuses de la partie supérieure du wagon et deux de la partie inférieure, on les casse en deux ; dans l'une des moitiés de chacun de ces morceaux, on fore dans la face obtenue par cassure deux trous à peu près à mi-distance entre le centre et le bord, on réunit toutes les limailles ainsi obtenues, on les mélange soigneusement et on les envoie dans un sac étiqueté du laboratoire.

lièrement une fonte de qualité voulue et, en outre, par un choix judicieux des approvisionnements, on peut réaliser des économies très importantes. On se convaincra bientôt qu'il est inutile de payer cher des fontes de provenance spéciale et dont le haut prix n'est dû souvent qu'à une ancienne réputation.

CONSTITUANTS DE LA FONTE.

Pour comprendre et bien appliquer les règles sur lesquelles repose le calcul rationnel des charges, il est essentiel de connaître les influences principales des éléments constitutifs de la fonte.

Ces éléments sont, outre le fer, le carbone, le silicium, le maganèse, le phosphore, et le soufre. En outre, on y rencontre exceptionnellement de l'aluminium, du cuivre, du titane, etc.

CARBONE. — Le carbone se rencontre dans la fonte sous deux états caractéristiques : sous forme de graphite ou sous forme de carbone combiné (1).

Le graphite est du carbone cristallisé à peu près pur

(1) Le graphite comprend une variante en poudre amorphe à laquelle on a donné le nom de carbone do recuit et le carbone combiné comprend deux espèces : le carbone de trempe et le carbone de carbure, mais ces détails sont sans grande importance en fonderie.

disséminé dans la masse du fer en paillettes fines. Il donne à la fonte grise employée en fonderie son aspect foncé. On peut très simplement s'assurer de sa présence en frottant entre les doigts de la limaille de fonte grise, le graphite les salit comme le ferait la mine de plomb, qui est d'ailleurs le même corps. On peut également séparer le graphite du fer en tamisant de la limaille très fine, ou en la lavant ou même en soufflant dessus ou encore en se servant d'un aimant. Lorsqu'une fonte contient un excès de carbone et en même temps beaucoup de silicium, le graphite se sépare pendant le refroidissement et vient flotter à la surface des pièces où il se réunit en un amas appelé *bourre* ou *limaille*.

Le carbone combiné, au contraire, est, ainsi que son nom l'indique, combiné au fer et ne peut être séparé que par des moyens chimiques. Il est caractéristique de la fonte blanche.

C'est en grande partie de la proportion de carbone sous l'une ou l'autre de ces formes que dépendent les propriétés d'une fonte et ces proportions varient essentiellement avec la quantité et la qualité des autres corps présents. Il suffit en effet d'ajouter à une fonte blanche, par exemple, une certaine quantité d'un de ces corps, du silicium ou de l'aluminium par exemple,

pour convertir tout ou partie de son carbone combiné en graphite et pour la transformer ainsi en fonte grise. On voit donc que l'on peut modifier à volonté l'état dans lequel se trouve le carbone dans une fonte donnée.

Le graphite est nécessaire dans la fonte de moulage pour la rendre assez douce pour permettre le travail aux outils, car plus elle contient de carbone combiné et, par suite, moins de graphite, plus elle est dure.

Mais c'est en grande partie la proportion de carbone combiné qui règle ses propriétés mécaniques.

D'après Turners il faut approximativement les proporportions pour cent suivantes de carbone combiné.

Fonte extra-douce	0.08
Fonte douce	0.15
Fonte à résistance à la traction maxima .	0.47
Fonte à résistance à la flexion maxima .	0.47
Fonte à résistance à compression maxima au delà de	1.00

Mais s'il est vrai que c'est de la quantité de carbone combiné que dépendent surtout les qualités de la fonte, comme cette quantité dépend elle-même de la présence des corps étrangers, il est primordial pour le fondeur de connaître les influences diverses de ces derniers.

SILICIUM. — C'est le plus important des corps accessoires de la fonte et il n'y a pas de fonte grise qui n'en contienne, car c'est lui qui empêche le carbone de se combiner et le maintient pendant le refroidissement sous forme de graphite.

Le graphite étant un corps de peu de résistance, le silicium a pour effet indirect de diminuer la résistance, la dureté et, par suite, de donner de la douceur aux fontes, de les rendres travaillables à l'outil. Les fontes trempées étant caractérisées par une certaine proportion de carbonne combiné, il diminue de même les facultés d'une fonte de pouvoir se tremper. Enfin il diminue le retrait et cela d'une façon si régulière que l'on peut presque déterminer la quantité de silicium contenu dans une fonte en mesurant son retrait; en d'autres termes, plus une fonte a du retrait plus elle est dure.

On peut d'après Turner établir comme ci-dessous la proportion en pour cent nécessaire de silicium dans une fonte pure, c'est-à-dire ne contenant que du fer, du carbone et du silicium.

Dureté maxima . . . . . moins de	0.80 p. c.
Résistance à la compression maximá . .	0.80
Densité maxima	1.00
Résistance à la flexion maxima	1.40
Résistance à la traction maxima	1.80
Fonte douce facile à travailler	2.50

Ce tableau, en quelque sorte inverse de celui de la page 356, n'est applicable que s'il n'y a ni phosphore ni manganèse ni soufre, quoique ces valeurs soient en général approximativement exactes.

Lorsque les fontes employées ne contiennent pas assez de silicium on en apporte en chargeant au cubilot soit une certaine quantité de fonte riche en silicium soit un peu de ferro-silicium, c'est-à-dire une fonte très riche en silicium. Cette dernière pratique est et surtout a été beaucoup de mode dans les fonderies françaises, mais elles semble peu recommandable : en effet, le ferro-silicium est un corps cher et comme d'autre part son point de fusibilité ainsi que sa densité diffèrent de ceux de la fonte ordinaire, on risque d'avoir un mélange imparfait et de manquer ainsi le but poursuivi. Il est plus économique et plus certain d'employer dans le mélange un certain pourcentage, d'autant plus élevé qu'il y a plus de silicium à ajouter, de fontes silicieuses. Il est à ce sujet très à recommander d'avoir dans toute fonderie toujours en réserve un stock suffisant de ces fontes siliceuses. Dans bien des cas il suffira pour parer à un dérangement d'allure, de remplacer une partie des fontes ordinaires par ces fontes plus riches en silicium.

Avec les ferro-siliciums très riches (jusque 75 p. c. et

plus) produits par le four électrique, les conditions sont différentes. On peut avantageusement l'employer en le jetant en petits morceaux au fond de la poche préalablement échauffée. La fonte liquide que l'on verse ensuite le fond facilement et le mélange s'opère bien.

MANGANESE. — L'effet général du manganèse est de durcir la fonte et d'augmenter le retrait. Pourtant, par suite de ses propriétés épurantes vis-à-vis du soufre et de ses propriétés carburantes, il est utilement employé à faible dose, (environ 0.5 p. c.,) pour réaliser des fontes résistantes.

C'est surtout pour éliminer le soufre dont les effets sont si nuisibles qu'il est à recommander. Il forme avec ce corps un composé qui passe dans la scorie, de telle sorte que l'on est souvent amené à employer le manganèse non pour qu'il reste dans le produit final mais comme désulfurant. C'est à ce titre que la plupart des produits spéciaux vendus avec grande réclame comme épurateur de la fonte sont généralement composés de manganèse avec, parfois, une certaine portion de silicium et d'aluminium. Ses propriétés durcissantes le font pourtant rechercher dans les fontes destinées à être coulées en coquille. On en admet dans ce cas jusque 1.5 p. c.

Par suite du grain très fin qu'il donne à la fonte

et de l'abaissement du point de fusion, on en recherche de fortes doses dans les fontes destinées à résister aux acides ou au feu.

Lorsqu'il y a lieu d'ajouter du manganèse sous forme de fontes plus ou moins riches, il vaut mieux le faire au cubilot que dans la louche.

PHOSPHORE. — En petites quantités il augmente la résistance, mais de fortes quantités au contraire la diminuent. Pour des fontes fortes ordinaires, il est généralement bon d'en admettre 0,5 p. c.

Le phosphore augmente notablement la fluidité et est par suite à écarter dans les fontes devant résister au feu (grille, lingotières, etc.). Au contraire on le recherche pour des fontes devant être fluides et pour lesquelles la question de résistance n'est pas primordiale; dans ce cas on en admet de 1 à 1.5 p. c., mais cette dernière limite ne doit jamais être dépassée.

ARSENIC. — L'arsenic produit à peu près les mêmes effets que le phosphore et on emploie des fontes très arséniées pour des moulages nécessitant une fonte exceptionnellement fluide, telles que, par exemple, les dentelles de fonte.

SOUFRE. — Il produit des effets absolument contraires à ceux du silicium et on peut admettre qu'une

unité de soufre annule 10 unités de silicium. Il a donc toujours tendance d'augmenter le retrait, la dureté et de provoquer le blanchiment. On le combat par des additions de manganèse. On a vu que la désulfuration est une des raisons de l'emploi de la castine au cubilot. Pourtant si la fonte n'en contenait pas du tout, elle serait souvent trop douce. Pour des fontes tendres, il est bon d'en admettre jusque 0.03 p. c. Pour des fontes fortes il est bon d'en avoir 0.07 p. c. Mais dans aucun cas on ne doit atteindre 1 p. c.

ALUMINIUM. — Il produit des effets analogues au silicium mais il est beaucoup plus coûteux et a l'inconvénient de diminuer la fluidité et d'augmenter le tassement, ce qui oblige de garnir les moules de fortes masselottes. Il est parfois difficile de bien régler la proportion à employer, mais lorsqu'on l'a obtenu il permet d'obtenir un grain serré donnant une fonte compacte et résistante.

CUIVRE, NICKEL, TITANIUM. — Ces corps existent rarement en grande quantité dans les fontes de moulage. De faibles teneurs semblent plutôt être favorables sans que pour cela on les ait jusqu'ici recherchées dans la pratique des fonderies de fer.

MATIÈRES PREMIÈRES.

Les matières premières chargées au cubilot et destinées à être converties en pièces moulées sont les fontes achetées aux hauts-fourneaux, les mitrailles achetées aux marchands de mitrailles et les débris de fonderies provenant des pièces manquées, jets de coulées, etc.

FONTES. — Les fontes de moulage sont classées sous un certain nombre de numéros variables avec les pays. En général on se basait pour distinguer ces différents numéros sur l'aspect de la cassure. Nous avons dit le peu de rigueur d'une telle classification. Les classifications devraient, en fait, uniquement être basées sur l'analyse chimique; les fontes les plus siliceuses portant le nº 1. En Amérique le « Cast Iron Association of Testing Engineers » a adopté la classification suivante :

	Silicium	Soufre
Nº 1	2.75	0.035
2	2.25	0.045
3	1.75	0.055
4	1.25	0.065

On peut représenter approximativement la composition des fontes du pays au moyen du graphique ci-

contre allant de la fonte très siliceuse ou noire à la fonte blanche destinée à l'affinage (1).

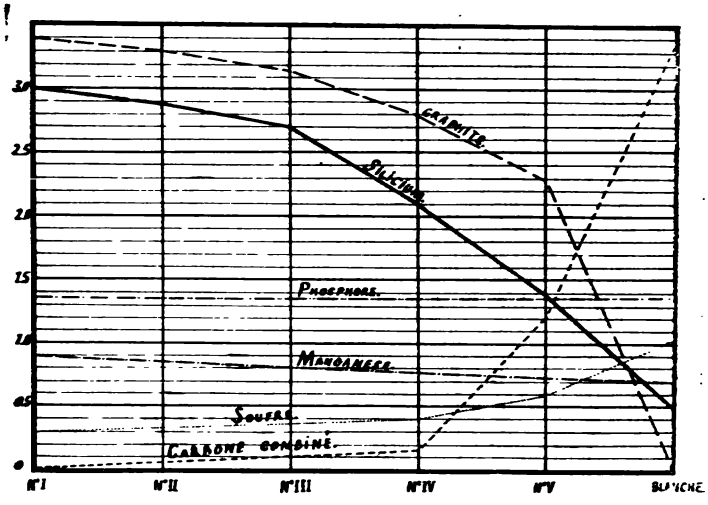


Fig. 102.

On remarque que la teneur en graphite et en silicium diminue progressivement en passant d'un numéro au suivant. Le carbone combiné, à peu près nul dans les premiers numéros, atteint dans la fonte blanche 3 p. c. pour une teneur nulle en graphite. La courbe

(1) Par suite de la teneur relativement faible du soufre comparée aux autres éléments, sa courbe a été tracée en multipliant les pourcentages du soufre par 10.

du soufre a à peu près la même allure. Quant au manganèse et au phosphore, leur teneur est à peu près constante.

Il faut bien remarquer que les valeurs indiquées dans ce tableau ne sont qu'approximatives et que ces courbes sont surtout destinées à montrer les graduations proportionnelles entre les divers numéros d'une fonte produite avec les mêmes minerais. Ainsi les teneurs en phosphore et manganèse se rapportent à beaucoup de fontes fabriquées avec les minerais du Luxembourg, mais bien d'autres fontes de moulage sont loin d'avoir les mêmes teneurs en ses éléments.

MITRAILLES. — Réunies et plus ou moins classées par des marchands de mitrailles, elles ont forcément une composition assez variable.

Pour assurer une marche régulière au cubilot, il est essentiel que cette classification soit poussée aussi loin que possible. Nous avons réuni dans le tableau ci-contre, d'après les renseignements qui ont été communiqués en juin 1904 à l'« American Foundry Association », la composition des divers types de mitrailles d'après leur teneur décroissante en silicium.

TYPES.	DESCRIPTION.	COMPOSITION.				
		Silicium.	Manganèse.	Phosphore.	Soufre.	Carbone total.
Plaques de foyers.	Plaques et accessoires de poëles neufs ou ayant peu servis	2,3 à 3,3	0,2 à 0,7	0,45 à 1,25	0,075 à 0,135	3,5 à 4,5
Machines légères.	Pièces de machines agricoles, machines à coudre, fontes d'armements.	2 à 2,6	0,2 à 0,6	0,7 à 0,9	0,075 à 0,095	3,0 à 4,25
Tournure de fonte.	Tournure d'atelier de construction	1,5 à 1,30	0,2 à 0,9	0,3 à 1,25	0,075 à 0,165	2,5 à 4,5
Machines lourdes.	Volants, bâtis de machines, pièces de pompes, fontes de bâtiment	1,6 à 2,2	0,3 à 0,9	0,4 à 0,8	0,075 à 0,15	2,75 à 4,00
Roues.	Roues de wagons, de tramways, fonte trempée . .	0,5 à 1,75	0,3 à 0,9	0,3 à 0,65	0,075 à 0,15	2,0 à 3,75
Fonte malléable.	Objets divers	0,3 à 1,75	0,15 à 0,5	0,011 à 0,22	0,035 à 0,095	1,85 à 4,25
Aciers fondus.	Pièces diverses.	0,2 à 0,5	0,2 à 0,8	0,02 à 0,12	0,012 à 0,065	0,15 à 0,9
Fer forgé.	Mitraille de fer.	0 à 0,15	0 à 0,1	0,011 à 0,35	0,008 à 0,045	0 à 0,15
Acier.	Déchets de rails, poutrelles.	0,01 à 0,5	0,18 à 1,50	0,04 à 0,014	0,025 à 0,125	0,2 à 0,8

En prenant les moyennes de ces compositions, on peut obtenir le graphique ci-contre (1).

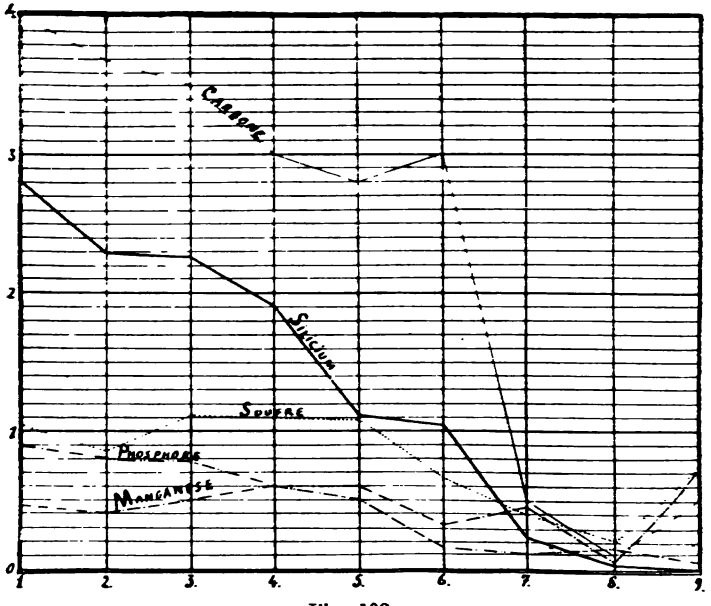


Fig. 103.

Les tournures, quoique de composition chimique généralement avantageuse, sont peu employées au cubilot. On a essayé divers moyens pour en tirer parti. Le meilleur système semble être de les enfermer dans des boites en bois ou en fonte, mais si une

(1) Les teneurs en soufre ont été supposées multipliées par 10.

d'entre elles vient à se briser avant d'avoir atteint la zone de fusion, on risque d'abîmer toute la charge. Les moyens d'agglomération ont généralement l'inconvénient d'augmenter l'oxydation de ces matières déjà généralement trop fortes sans cela. En définitive l'emploi au cubilot des tournures ne peut être recommandé que lorsque l'on a à fondre une grande quantité de contrepoids ou autre pièces semblables. Ces matières trouvent d'ailleurs un débouché avantageux dans les aciéries.

Les fontes brûlées, par suite de leurs qualités blanchissantes, sont avantageuses pour la reproduction de certaines qualités de moulage, mais elles donnent un déchet considérable.

Les tuyaux et pièces diverses ayant été soumises à l'action de l'eau n'ont que l'inconvénient d'augmenter le déchet. Pourtant un excès d'oxyde de fer, introduit sous forme de rouille, peut avoir pour effet de durcir le produit.

DEBRIS. — Ils proviennent des pièces manquées, des jets de coulées, des évents, des fonds de poche, etc., et leur composition est forcément connue si on connait la composition des fontes que l'on avait à réaliser.

CALCULS DU LIT DE FUSION.

Connaissant la composition des diverses matières premières disponibles et la composition de la charge à réaliser, le problème du calcul du lit de fusion consiste à rechercher combien il faut employer de chacune des matières premières pour obtenir un mélange ayant la composition voulue. Ce problème est généralement susceptible de plusieurs solutions théoriques, mais en pratique on doit rechercher celle qui est la plus économique, c'est-à-dire qu'il faudra faire entrer dans le mélange le plus possible de la matière la moins chère. On se fixe généralement d'avance la proportion à utiliser de certaines des matières premières en tenant compte par exemple des débris de fonderie à écouler, d'une certaine portion de la mitraille à employer et de la nécessité d'utiliser une qualité déterminée de fonte pour introduire dans le mélange la proportion voulue d'un élément, tel que le phosphore ou le manganèse, car, pour simplifier les calculs, on ne les fait porter que sur la proportion de silicium. Il ne reste plus alors qu'à trouver la proportion des autres, ce à quoi on arrive assez facilement après quelques tâtonnements.

Il est absolument inutile de chercher à obtenir

une rigueur de chiffres que ne comporte pas la question car, d'une part, l'analyse des matières premières ne présente, de par les procédés d'échantillonnage, qu'une moyenne de leur composition vraie et, d'autre part, les formules donnant la composition des produits à obtenir ne sont qu'approximatives. On peut donc admettre qu'en pratique les qualités des fontes ne sont pas notablement modifiées tant que les variations de composition ainsi calculées ne dépassent pas certaines limites.

Il faut tenir compte que la fonte en passant au cubilot subit certaines modifications dans sa composition, modifications variables avec diverses circonstances mais qu'on peut en pratique résumer comme suit : le silicium et le maganèse diminuent d'environ 0.25 p. c., le phosphore ne change pas et le soufre augmente d'environ 0.03. Suivant l'allure de la fusion, la quantité de carbone augmente ou diminue mais en pratique on peut supposer qu'elle ne change pas.

Il a été question dans un chapitre précédent (p. 350). de la nécessité d'ajouter du calcaire au lit de fusion du cubilot. Il n'y a pas lieu de revenir sur cette question.

L'emploi de la mitraille se justifie non seulement par la cécessité d'utiliser les débris de fonderie et

de profiter du prix avantageux de ces matières, mais aussi par ce fait d'expérience que des pièces moulées, faites uniquement avec de la fonte neuve, ne sont jamais aussi résistantes que celles coulées avec une certaine proportion de bonne mitraille. Il est assez difficile de fournir une explication rigoureuse de ce phénomène : Il est probable cependant qu'il est dû en partie à l'état de division plus fin du graphite dans la mitraille et en outre à l'action réductrice qu'elle opère sur le carbone. Ce dernier effet est analogue à celui obtenu d'une façon plus marquée par l'emploi d'acier au cubilot.

L'usage qui se répand aujourd'hui d'ajouter de l'acier aux charges du cubilot peut être avantageux tant qu'on n'exagère pas la dose quoiqu'il semble qu'on puisse arriver, par une étude soignée des mélanges, à des résultats aussi favorables rien qu'avec des fontes et des mitrailles ordinaires. L'emploi de l'acier entraine une consommation supplémentaire de coke et nécessite l'observations de certaines précautions, faute desquelles il peut conduire à de graves mécomptes. Il doit être chargé en morceaux et non en tournures; il faut, plus qu'avec de la fonte ordinaire, veiller à éviter les impuretés, l'action nuisible du soufre est accrue, la coulée doit se faire à plus haute température et la

manipulation, transport des poches, etc., doivent être faites plus rapidement. Il faut observer en outre que le retrait de la fonte est augmenté et que le mélange doit contenir d'autant moins d'acier que les pièces sont plus minces.

L'usage de jeter des tournures d'acier dans la poche de coulée est à déconseiller, car il produit généralement des points durs dans la fonte. Il pourrait être plus avantageux d'introduire l'acier dans la poche en le mélangeant avec une certaine quantité de thermit et en plaçant le tout dans une boite poussée au fond au moyen d'une tige de fer suivant le mode qui est employé dans certains cas pour ajouter du titanium, nickel ou autres corps semblables. La combustion du thermit élève la température et produit un brassage très avantageux.

FORMULES DE COMPOSITION.

Les anciennes formules de mélange de fonte n'étaient utilisables qu'avec les espèces de fontes pour lesquelles elles avaient été établies et dont la composition n'est généralement pas donnée, de telle sorte qu'elles n'ont en quelque sorte qu'un intérêt local.

Pour conduire le cubilot d'après la méthode moderne, il faut, au contraire, savoir quelle est la composition chimique du produit à obtenir.

Nous donnons ci-contre un tableau résumant la composition d'un certain nombre de types de fonte. Nous les avons rangé d'après leur richesse en silicium.

Le signe < placé devant certains nombres signifie que la teneur indiquée constitue le maximum admissible. Le 0 indique qu'il est désirable, si possible, d'avoir une teneur nulle.

Silicium.	Manganèse.	Phosphore.	Soufre.	
3,35	0	1,5	—	Fonte fluide et mince.
2,4 à 3	1,00	1,5	< 0,1	Bel aspect.
2,2 à 2,8	< 0,7	< 0,7	< 0,08	*Douce mécanique.*
2,3 à 25	—	1,00	—	Poteries, pièces machines à coudre.
2,25	0,5	1,00	0,075	Cylindres automobiles.
2,00	0,4	0,6	0,04	Petites pièces de machines.
1,7	0,3	0,1	0,03	Lingotière.
1,4 à 2	< 0,7	< 0,7	< 0,085	*Fonte moyenne.*
1,5	1,00	0,5	0,07	Résistance à traction.
1,5	1,6	—	—	Id. aux chocs.
1,4	< 0,7	< 0,7	< 0,09	Cylindre à vapeur.
1,2 à 1,6	< 0,7	< 0,7	< 0,01	*Fonte dure.*
0,85	0	< 0,7	—	Cylindres de laminoirs.
0,8	0,3	—	—	Forte compression.
0,8	1,5	—	—	Fonte trempée.
0,5 à 1	0,5 à 1	< 0,3	—	Fonte dure grosses pièces.

Nous avons souligné les trois types de fonte caractéristique : fonte douce, fonte moyenne et fonte dure.

Ayant donc choisi dans le tableau le type de fonte

le plus avantageux pour l'usage en vue, on augmente ou on diminue les teneurs indiquées suivant les indications données plus haut, pour tenir compte des variations subies par le passage au cubilot et on calcule le mélange pouvant réaliser le plus économiquement la composition voulue.

Dans tout cela il n'est plus question ni de fontes d'Ecosse, ni d'hématite, etc.! Le seul point à considérer est la composition chimique!

ESSAIS DES PRODUITS OBTENUS.

Pour éviter tout mécompte et assurer une marche absolument régulière et certaine, il faut après avoir suivi toutes les indications précédentes, s'assurer si le résultat obtenu répond au but poursuivi. Il faut, en d'autres termes, essayer les produits finis.

Il est tout indiqué d'analyser de temps en temps les fontes coulées pour vérifier indirectement si les charges du cubilot sont bien proportionnées. Mais l'analyse seule est insuffisante pour apprécier les qualités d'une fonte et la preuve en est qu'il est, par exemple, impossible par les méthodes d'analyse industrielle courante, de distinguer une fonte brûlée; aussi est-il nécessaire de recourir à des moyens de contrôle physiques et mécaniques portant sur la densité, la

fluidité, le retrait, la dureté, les facilités de travail à l'outil et les résistances à la tension, à la flexion et à la compression.

DENSITE. — En général plus la fonte est dure plus elle est dense, mais par contre plus elle contient de soufflures.

FLUIDITE. — On la détermine par comparaison d'après la distance jusqu'à laquelle coule de la fonte dans un canal de section fixée, ménagé dans un moule en sable sec. Il faut naturellement s'efforcer de faire toujours cet essai à la même température.

RETRAIT. — Nous avons déjà attiré l'attention sur le rapport intime entre le retrait et la composition chimique et surtout avec la teneur en silicium. Le métallurgiste américain Keep appelle la mesure du retrait « l'analyse mécanique du silicium ». Pour le mesurer, on prépare une fois pour toutes une plaque modèle en métal portant un modèle de la barre d'essai. Pour avoir des moules de dimensions uniformes, on évite tout balottage. La différence de longueur entre la barre ainsi obtenue et le modèle donne le retrait que l'on réduit ensuite en pourcentage. On vend en Amérique ces plaques modèles toutes préparées avec les châssis nécessaires et un instrument de mesure permettant de lire directement le retrait pour cent.

DURETE. — On peut, dans les essais de fonte, définir la dureté, la propriété de résister à l'action des outils. On la mesure, au moyen d'une forrerie disposée spécialement à cet effet, par le temps nécessaire pour forer un trou de profondeur déterminée par une mèche tournant à une vitesse constante et pressée par un poids également constant. Cette opération donne en même temps, accessoirement, la limaille nécessaire pour les analyses chimiques.

RESISTANCE A LA TENSION, A LA FLEXION ET A LA COMPRESSION. — Elle se mesure au moyen de machines à essayer spécialement disposées à cet effet et dont il existe divers types. Il sortirait du cadre de cet ouvrage de les décrire.

Dans les laboratoires particulièrement bien outillés, on peut en outre faire des essais sur le point de fusion et des analyses micrographiques, mais ces genres de travaux sortent de la pratique courante des usines.

DU MODELAGE.

(Page 240.)

La question de modèle et plaque modèle destinés au moulage à la machine a été examinée sommairement page 324. Elles sont faites par le mouleur plutôt que par le modeleur, mais ce dernier a néanmoins dû faire le modèle primitif. Les modèles destinés à la

confection des plaques pour machines pourront être moins résistants que ceux destinés au moulage à la main, car ils ne serviront généralement qu'à faire un très petit nombre de pièces.

Dans la fabrication de tout modèle, il y a lieu de tenir compte des éléments suivants : retrait de la fonte, position la plus avantageuse du moule en vue du parachèvement, cintrage possible de la pièce au refroidissement, contraction du moule à l'étuve, extension du modèle par suite de l'humidité du sable.

On trouve aujourd'hui dans le commerce certains accessoires très recommandables pour la confection des modèles, tels que des goujons de raccord, plaques à goujons, etc. On vend également des attaches en acier ondulé permettant de réunir solidement deux pièces de bois sans nécessiter ni tenon, ni mortaise.

Il règne dans beaucoup de fonderies une pratique déplorable, c'est la modification constante des modèles en vue de commandes nouvelles. Evidemment dans certains cas ces modifications se justifient, mais trop souvent elles deviennent une règle et il en résulte en fin de compte une dépréciation considérable du magasin à modèles : les anciens modèles disparaissent les uns après les autres parce qu'on s'en est servi pour en faire de nouveaux qui forcément manquent de

solidité et qui bientôt seront complètement disloqués. Un autre inconvénient réside dans le supplément de travail imposé au mouleur par des modèles imparfaits.

Il est certain que dans la plupart des cas si on tenait bien compte des éléments de la question, on trouverait qu'il y a tout avantage à faire de nouveaux modèles surtout si l'atelier de modelage est pourvu de quelques bonnes machines modernes pour le travail du bois.

Le classement et le magasinage des modèles est une question également très importante. Dans toute fonderie de quelque importance, il y a lieu d'établir à ce sujet quelques règles simples qu'il faut ensuite faire strictement observer.

DU CONTREMAITRE.

(Page 263.)

Il résulte de ce qui a été dit au sujet de la conduite du cubilot que dans toute fonderie importante, tout ce qui concerne le mélange des fontes et les essais des produits finis doit plutôt faire l'objet du service d'un employé spécial ayant des connaissances chimiques qu'il est difficile d'exiger d'un contremaitre de fonderie proprement dit.

Dans les fonderies de seconde importance ne justifiant pas l'emploi d'un chimiste, c'est le directeur

ou le patron qui devrait se charger de ce service, quitte au besoin à faire faire les analyses au dehors.

L'analyse devrait également servir plus souvent à contrôler les matières diverses employées en fonderie, telles que coke noir, produits pour la fabrication des noyaux, etc. Bien souvent elle fera voir que des produits que l'on paie très chers peuvent être aisément remplacés par d'autres donnant le même résultat et infiniment moins coûteux.

Le contremaître doit avoir travaillé plusieurs années comme mouleur afin d'être à même entre autres choses de bien apprécier les qualités de sables, mais aujourd'hui, à cause des nombreuses machines utilisées en fonderie, il est presque indispensable qu'il soit en même temps un peu mécanicien à moins que l'importance de l'usine ne soit telle qu'il y ait un mécanicien spécialement chargé de l'entretien de tous les organes mécaniques.

DES BATIMENTS.

(Page 265.)

Toutes les fonderies coulant des pièces un peu importantes sont aujourd'hui munies de ponts-roulants généralement commandés à l'électricité, seules les fonderies faisant uniquement de très petites pièces peu-

vent se passer de ces appareils et encore y a-t-il toujours lieu d'examiner s'ils ne sont pas utiles pour le transport des poches de coulée. Les ponts-roulants étant destinés au service général de la fonderie et chaque mouleur ayant, d'autre part, fréquemment besoin de se servir d'engins de levage, une excellente disposition est de disposer des grues aux diverses colonnes supportant la charpente.

Très souvent on dispose plusieurs ponts-roulants dans le même hall. Au point de vue du service de ces ponts, il est bon que les cubilots soient placés vers le milieu d'un des longs côtés de l'atelier.

Dans le plan d'ensemble d'une nouvelle fonderie à édifier, on doit très soigneusement étudier les questions de transport. Il faut surtout veiller à éviter un long parcours à la fonte liquide.

Le transport du sable est souvent exécuté par des convoyeurs à courroie ainsi qu'il a déjà été expliqué page 280. La préoccupation de réduire la main-d'œuvre au minimum a conduit les américains à faire des installations assez compliquées dans lesquelles presque tous les transports se font automatiquement; un exemple en a été donné page 281. Dans la fonderie Westinghousse près de Pittsburg, existe une autre installation du même genre.

On ne saurait d'autre part assez insister sur la bonne répartition de la lumière dans les halls de fonderies, le rendement de l'ouvrier en dépend grandement.

Il y a lieu également d'examiner soigneusement la ventilation et dans certaines grandes usines des installations spéciales ont été faites pour assurer, sans courant d'air, un renouvellement constant d'air pur.

PRIX DE REVIENT.

Il est généralement très malaisé d'établir en fonderie un prix de revient par pièce. Trop souvent le patron se déclare satisfait s'il gagne sur l'ensemble de sa fabrication, mais il est certain que si aucun contrôle spécial n'est organisé il lui arrivera souvent dans ces conditions de vendre certaines pièces avec perte.

Il n'est relativement facile de calculer le prix de revient que dans le cas de fabrication en séries ou dans le cas de fabrication de pièces importantes.

Dans les autres cas, le procédé le plus simple semble être le suivant :

1° Etablir le prix de revient de la fonte chaude sortant du cubilot.

2° Faire pointer le temps consacré à chaque pièce

ou à chaque série de pièces par le mouleur, le noyauteur et l'ébarbeur.

3o Etablir mensuellement la proportion entre les frais généraux et la main-d'œuvre.

Il sera facile, en tenant compte de ces trois éléments, d'établir un prix de revient suffisamment approximatif. Comme contrôle, il est utile de comparer périodiquement le total des prix de revient ainsi obtenu avec le total réel des dépenses.

Ce système nécessite un pointage assez méticuleux, mais il n'y a pas de doute que les appointements de l'employé chargé de ce service seront largement payés par le contrôle exercé sur le travail des ouvriers et surtout par les bénéfices résultant de l'établissement judicieux du prix de revient.

Table alphabétique des Matières

PAGES

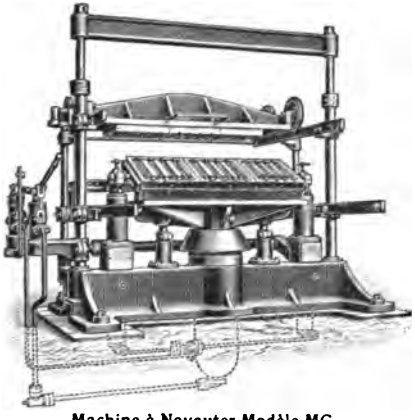
Accidents 270
Asphyxie 273
Bâtiments. 265-378
Brûlures 270
Castine 233-350
Chargement des moules 99-303
Conseils aux mouleurs 26-285
Contremaitre. 263-377
Coquilles 329
Coulée 99-304-348
Cubage. 246
Cubilot. 222-345
Débris 364
Défauts des pièces 38-292
Dessin 257
Dureté foulage 19-280
Ebarbage 217-340
Engrenages 85-300
Essais 373
Fausse dartre 20-285
Fausse volée. 183
Fonte 354-362-371
Lit de fusion. 568
Machines à mouler. 305
Manœuvre 221-345
Marche en première fusion 349

PAGES

Matieres premières 362
Mélange des fontes 237-352
Mitrailles 364
Modelage 240-375
Moulage à châssis sans traverses 327
Moulage au déverse 328
Moulage au trousseau 61-299
Moulage centrifuge 329
Moulage des engrenages 85-300
Moulage divers 327
Moulage en mottes 319
Moulage sable 9
Moulage terre 154-338
Noyautage 120-333
Pompage 43-290
Préface 6
Premiers soins 270
Prix de revient 380
Renmoulage des pièces en terre 195
Renmoulage des mottes 320
Ressoudage 210-339
Retrait 52-78-145-295
Sables 10-275
Séchage 97-301
Soufflerie 234-351

Vereinigte Schmirgel-und Maschinen-Fabriken, Actiengesellschaft, vormals S. Oppenheim & Co. und Schlesinger & Co.

Adresse : **Schmirgelfabrik, Hannover-Hainholz**



Machine à Noyauter Modèle MC.

R. II. Meules d'Emeri et Machines à meuler et à polir.

R. III. Machines à mouler et Matériel de Fonderies.

R. IV. Machines à fraiser.

R. V. Machines à jet de sable.

Catalogues, Devis et tous Renseignements sur demande.

Expositions de nos Machines à Meuler et à Fraiser et d'une Installation moderne de Machines à Mouler en marche :

Hannover-Hainholz.
Düsseldorf, Graf Adolfstrasse 68.
Paris, 8, Boulevard Richard-Lenoir.
London N. Park, Tottenham.

SABLEUSES GUTMANN

Pour le nettoyage et le décapage des pièces fondues en fer ou en acier.

Représentant pour la Belgique :

M. MUND, ANVERS

T. KETIN & F. THIRIART

LIÉGE — Rue du Beau-Mur — LIÉGE

INSTALLATION DE FONDERIES DE FER, ACIER & CUIVRE

Nombreuses Références

CATALOGUES SUR DEMANDE

Augmentation de la production en fonte par les

MACHINES REUTHER

Pour le Moulage : Machines à mouler hydrauliques brevetées en Allemagne depuis 1882.— Plus de 100 machines en usage aux usines Reuther.

Pour la Préparation des sables : Moulins à boulets, Machines à broyer, à tamiser, à mélanger, Malaxeurs, etc.

Casseurs de fonte hydrauliques. Ventilateurs.

Cubilots. Tonneaux à nettoyer. Modèles, etc.

En outre : Pompes de pression, Accumulateurs, Compresseurs d'air

BOPP & REUTHER

Maschinenfabrik, Mannheim-Waldhof

Machine à Ecrire

UNDERWOOD

A ÉCRITURE VISIBLE

SEUL GRAND PRIX

AUX EXPOSITIONS INTERNATIONALES

DE SAINT-LOUIS 1904

ET DE LIÉGE 1905

Agence, 4, rue Gérardrie, LIÉGE

89081536476

B89081536476A

book may be kept

FOURTEEN DAYS

last date stamped below. A fine of TWO CENTS will be charged for each day the book is kept over time.

'S

TWO CENTS

is kept over

89081536476b

b89081536476a